

**Vergleichende Untersuchungen der Tierwelt
bei verschiedenen Kompostierungsverfahren
während des gesamten Rotteprozesses**

INAUGURAL-DISSERTATION

von

JOHANNES SACHSSE

Vergleichende Untersuchungen der Tierwelt
bei verschiedenen Kompostierungsverfahren
während des gesamten Rotteprozesses

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
an der Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
JOHANNES SACHSSE

aus München

Februar 1959



5349/60

Alle Rechte vorbehalten
Abdruck und jegliche Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit
Genehmigung des Verlages
Copyright 1960 by Verlag Welt u. Wissen, Büdingen-Gettenbach
Druck: Grafikum Schwab, Büdingen/Hessen
Printed in Germany

Berichterstatter: 1. Doz. Dr. W. Hellmich

2. Prof. Dr. A. Kästner

Tag der mündlichen Prüfung

25. Februar 1959

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung	
Problemstellung	9
II. Untersuchungsmethoden und bioklimatische Grundlagen	
a. Lage des Arbeitsgeländes	12
b. Entnahme der Proben, ihre biologische und chemische Untersuchung	12
c. Witterungsverlauf	13
d. Die Versuchsstapel und ihre Rottetemperaturen	15
III. Systematischer Teil	
Verzeichnis der gefundenen Arten	23
IV. Biozönotischer Teil	
Die Einordnung der Arten in ihre Biotope	34
V. Ökologischer Teil	
a. Einfluß des Materials und seiner Zusätze	42
b. Nahrung	45
c. Temperatur	47
d. Feuchtigkeit	53
e. Bodenacidität	55
f. Tiefenverteilung	56
g. Auftreten der verschiedenen Arten im Verlaufe des Rotteprozesses	65
VI. Zusammenfassung	72
VII. Literaturverzeichnis	75



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Die Überbeanspruchung unserer Böden lassen das Humusproblem zu einer immer ernsteren Sorge in der ganzen Welt werden, so daß auch die Förderung der Kompostbereitung und die Verwertung wirtschaftseigener Dünger in letzter Zeit erneut so recht wieder stärker in den Vordergrund treten. Die Kleintierwelt, die neben den Bakterien und Pilzen die Düngerstätten und Komposthaufen in großer Zahl besiedelt, sorgt für eine gute Durchlüftung, Durchmischung und Zerkleinerung der organischen Substanz und scheidet die unverdaulichen Reste als humose Stoffe wieder aus. Die Bedeutung dieser Organismen bei der Aufbereitung toten organischen Materials ist bereits seit geraumer Zeit bekannt. Doch zu vielseitig sind die Möglichkeiten in der Zusammensetzung des Kompostes, zu verschieden die klimatischen Bedingungen, als daß wir heute über die *Zusammenhänge* bereits im klaren sein könnten.

Von der Bayerischen Verwaltung Staatlicher Schlösser, Gärten und Seen, wo man schon seit langem auf eine möglichst naturgemäße Bewirtschaftung bedacht ist und damit auch bereits beste wirtschaftliche Erfolge erzielen konnte, wurde durch Herrn Gärtendirektor Oberregierungsrat Bauer die Bitte um Mitarbeit an uns herangetragen. In diesem Rahmen ergaben sich bei vergleichender Betrachtung verschiedener Kompostierungsverfahren folgende Aufgaben:

1. Eine möglichst umfangreiche Inventarisierung der beteiligten Kleinlebewesen mit Herausstellung der wichtigsten Formen.
2. Beobachtung des Ablaufes der Besiedlungsdichte in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren.
3. Ermittlung der Bedeutung von Tierwelt und Besiedlungsdichte für den Rotteprozeß.
4. Lösung der Frage, unter welchen standortbedingten Möglichkeiten der Verrottungsvorgang am günstigsten „gesteuert“ werden kann.

Wohl stellen die Arbeiten von Flachs (1943), L. Meyer (1943), Leitner (1946), G. Gisin (1952) und Graff (1952) bereits ausgezeichnete Beiträge zu diesem Fragenkomplex dar. Sie behandeln aber jeweils nur *eine* Tiergruppe. Intensiv befaßte sich Franz (1943, 1945, 1950 b) mit der Kleintierwelt im Wirtschaftsdünger und in pflanzlichen Bestandesabfällen, doch führte er seine Untersuchungen unter vollkommen anderen Bedingungen (im alpinen und pannonischen Klimagebiet Österreichs) durch; außerdem legte er auch weniger Wert auf die laufende Beobachtung der Fauna während des Rotteprozesses, sondern achtete mehr auf einzelne und vergleichende Proben. Wenn auch Franz den saisonellen Schwankungen eine gewisse Beachtung geschenkt hatte, wurden über die klimatischen Bedingungen am Lagerplatz und im Stapel während des *gesamten* Rotteverlaufes im Zusammenhang mit der faunistischen Besiedlung jedoch noch keine Beobachtungen angestellt. Franz selbst aber bezeichnete die Bedeutung derartiger Untersuchungen als sehr groß.

Darüber hinaus untersuchte ich — was bisher ebenfalls unterblieben war — den Organismenbesatz bei der *Torfkompostierung*, die — veranlaßt durch die Industrialisierung, die Mechanisierung und die damit bedingte Verminderung des Stallmistes — immer größere Bedeutung erlangt. Schließlich hielt ich es für richtig, den beobachteten Lebensraum bei allen Untersuchungen genauer zu determinieren als dies bisher üblich war, um darzustellen, wie Mengenverhältnisse des Materials, Stapelgröße, Häufigkeit des Umsetzens (mit Witterungsangaben) ebenfalls ihren Einfluß ausüben.

Parallel zu meinen Arbeiten liefen bei den Torfkompostierungsversuchen mikrobiologische Untersuchungen der Bayerischen Landesanstalt für Moorbirtschaft.

Fast 73 000 Individuen wurden in über 200 Proben während des gesamten Rotteverlaufes in 10 Stapeln gesammelt um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten. Die Determination dieses Materials bereitete kaum vorzustellende Schwierigkeiten; der Abschluß der Arbeit wurde dadurch nicht unwesentlich verzögert. Umso größer und herzlicher ist mein Dank all denen gegenüber, die — fast ausnahmslos — ohne jede Gegenleistung Zeit und Mühen für mich opferten:

Herr Dr. J. G. Blower-Manchester (Diplopoda, Chilopoda)

Herr Dr. Benick-Lübeck (Atheta)

Herr Doz. Dr. A. Brauns-Braunschweig (Dipterenlarven)

Herr Dr. van Emden-London (Coleopterenlarven)

Herr Dr. W. Engelhardt-München (Araneae)

Herr Dr. O. Graff-Braunschweig-Völkenrode (Lumbricidae)

Herr Lehrer L. Häßlein-Lauf a. d. Pegnitz (Gastropoda)

Fräulein Dr. Ch. Holzmann-Kaiserslautern (Parasitidae)

Herr Kustos i. R. M. Hüther-München (Coleoptera)

Herr Prof. Dr. E. Lindner-Stuttgart (Diptera)

Fräulein Dr. M. Meier-Bamberg (Lumbricidae)

Herr Doz. Dr. F. P. Müller-Rostock (einige Aphidiidae)
Herr Prof. Dr. E. Schmitz SJ - Bad Godesberg (einige Phoridae)
Herr Dr. E. Türk-Bayreuth (Tyroglyphidae)
Herr Prof. Dr. A. Vandel-Toulouse (Isopoda)
Frau Dr. I. Zirngiebl-Nicol - Leverkusen (Uropodidae)

Allerdings konnte trotz dieser großen Unterstützung die schwierige Gruppe der Acari nur zum Teil artenmäßig erfaßt werden. Bei ihrer großen Bedeutung ist das Fehlen von Spezialisten gerade hier außerordentlich schmerzlich.

Besonders großen Dank schulde ich Herrn Dr. O. Strebel-Zweibrücken, der mich in die Ordnung der Collembolen einarbeitete und mir so ermöglichte fast 40 000 Individuen selbst zu determinieren. Fragliche Exemplare durfte ich ihm jederzeit vorlegen und geduldig stand er mir mit seinem Rat und seiner Hilfe zur Seite. Überaus wertvoll war für mich auch die Unterstützung von Herrn Dr. H. Gisin, Genf, und Herrn Professor Dr. J. Stach, Krakau. Vielen Dank schulde ich auch Herrn Prof. Dr. H. Franz, Wien, für manche Anregung, vor allem in Admont/Steiermark, sowie der Bayerischen Verwaltung Staatlicher Schlösser, Gärten und Seen und hier besonders Herrn Oberregierungsrat Bauer für die stets gute Zusammenarbeit und das bereitwillige Eingehen auf meine Wünsche; manchen wertvollen Rat erhielt ich dieserseits aus den praktischen Erfahrungen eines mustergültig arbeitenden Großbetriebes.

Der Leitung der Zoologischen Staatssammlung München danke ich für die Zurverfügungstellung eines Arbeitsplatzes. Mein allergrößter Dank aber gilt schließlich Herrn Doz. Dr. W. Hellmich für das Zustandekommen und die Annahme dieser Arbeit. Neben der großen Selbstständigkeit, mit der ich diese durchführen durfte, empfand ich es besonders dankbar, bei den mannigfach auftauchenden Problemen und Schwierigkeiten, mit meinen großen — und oft gewiß auch kleinen — Sorgen zu jeder Stunde wertvollen Rat und tatkräftige Unterstützung, die oft genug auch einer persönlichen Wärme nicht entbehrte, zu finden.

Die Aufgeschlossenheit und das Interesse, mit denen man mir während meiner Arbeit immer wieder von landwirtschaftlicher Seite entgegentrat, zeigten zugleich erfreulicherweise, wie eng die Verknüpfungspunkte zwischen der Ökologie der Organismen und der garten- und landwirtschaftlichen Praxis beieinander liegen können.

II. Untersuchungsmethoden und bioklimatische Grundlagen

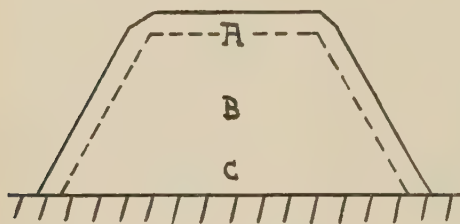
a) Lage des Arbeitsgeländes

Das Versuchsgelände befand sich innerhalb der Gartenschau der Schloß- und Gartenverwaltung Nymphenburg in München (520 m über NN, 935 mm mittlerer Jahresniederschlag, mittlere Jahrestemperatur 7,6°C). Nach N, O und W war es von hohen Bäumen, nach S von einer Hecke umgeben. Damit waren der Sonneneinstrahlung gewisse Grenzen gesetzt. Bei allen Stapeln bestanden ähnliche Belichtungsverhältnisse und der erwünschte Windschutz. Etwa 20 m vom Versuchsgelände entfernt verlief ein Seitenarm des Nymphenburger Kanals. Die Stapel lagen jeweils 1½ m auseinander, so daß das Umsetzen keine Schwierigkeiten bereitete und eine gegenseitige Beeinflussung kaum für gegeben angenommen werden konnte.

Inmitten des Versuchsgeländes war eine meteorologische Hütte zur Beobachtung des Kleinklimas errichtet worden (s. Tafel I).

b) Entnahme der Proben, ihre biologische und chemische Untersuchung

Die Proben wurden mittels Stechrahmen nach Kubiena von der Größe 10 x 10 cm und einer Tiefe von 5 cm jeweils an zwei auseinanderliegenden Stellen des Stapels in den drei Tiefenstufen 5 bis 10 cm vom oberen (A-Schicht) bzw. unteren Stapelrand (C-Schicht) sowie in der Mittellage (B-Schicht) entnommen. Diese Einteilung wählte ich in der Annahme, hiermit die charakteristischen Schichten im Stapel erfaßt zu haben, auch wenn das in diesem Gartenbetrieb angewandte häufige Umsetzen das Gesamtbild entsprechend ausgeglichener gestaltete. Die A-Schicht, die erste



Station der zugewanderten Kleintierwelt, ist von den Außenfaktoren noch stark beeinflußt (vgl. Kap. V). Die Mittellage sollte stets optimale Bedingungen in diesem Lebensraum bieten können, während die oft feuchte und sauerstoffarme C-Schicht nur bei einwandfreier Stapelung ansprechende Lebensbedingungen erwarten läßt.

Die günstige Nähe des Versuchsgeländes zum Arbeitsplatz erlaubten mir stets eine sehr rasche Bearbeitung der Proben. Diese wurden auf schwarzem und weißem Papier vorsichtig zerkleinert und daraufhin grob ausgelesen. Die verschiedenfarbigen Unterlagen sollten dunkle und weniger pigmentierte Tiere deutlicher hervortreten lassen. Danach wurde die Probe in einem

Gesiebeautomaten je nach Feuchtegrad 6 bis 10 Tage 24stündig belichtet und ausgetrocknet; dieser war dem von Berlese und Tullgren entwickelten und von Schimitschek verbesserten ähnlich (siehe Tafel II). Die Probe wurde bei höchstens 3 cm Schichtdicke auf einem Sieb (Maschenweite 2 bis 3 mm) ausgebreitet, welchem sich ein Trichter anschloß, der wiederum in ein mit Wasser gefülltes, nach außen hin isoliertes Auffanggefäß mündete. Über dem Sieb befestigte ich in einem 60 cm hohen Pappkarton eine Glühlampe. Diese Entfernung der Lichtquelle von der Probe ist erforderlich, um eine zu rasche Austrocknung zu verhindern, die zweifelsohne ein Absterben einzelner empfindlicherer Individuen und Jungtiere vor Erreichen des Trichters zur Folge gehabt hätte. Wie Haarlow erwärmte ich die Proben anfangs nur leicht (25 Watt), später mit einer 40 Watt-Glühlampe und erreichte damit, daß die Temperaturen 30° C nicht überschritten. Die hygrophilen und negativ phototaktischen Bodentiere wanderten ab und fielen dabei in das Auffanggefäß, aus dem sie sich, lebhaft bewegend, täglich unter dem Binokular bei 30facher Vergrößerung aussuchen ließen. Alle Proben wurden nach Ordnungen sortiert, sorgfältig etikettiert und die Nummern und Individuenzahlen dem Tagebuch beigegeben. Als Konservierungsmittel verwendete ich für den überwiegenden Teil der Tiere 70 bis 80 %igen Alkohol, bei Lumbriciden gab ich diesem etwas Formol zu. Käfer und Ameisen wurden in ein Glasröhrchen gegeben, welches Sägespäne enthielt, die mit einigen Tropfen Essigäther getränkt waren. Natürlich bin ich mir bewußt, daß auch bei dieser Untersuchungsmethode Fehlerquellen vorhanden sind. Die Größe des gewählten Areals von 10 x 10 cm reicht zur genauen Erkenntnis der Besiedlungsdichte größerer Tiere (z. B. Lumbriciden) ebenso wenig aus, wie die Gesiebeautomaten es für die Erfassung *aller* Tiergruppen sind. Es lassen sich aber unmöglich bei gleichen Proben verschiedene Methoden durchführen, die die einwandfreie Erfassung aller Lebewesen ermöglicht hätten. Da ich jedoch alle meine Untersuchungen unter gleichen Bedingungen durchführte, dürften auch die Fehlergrenzen annähernd gleich sein.

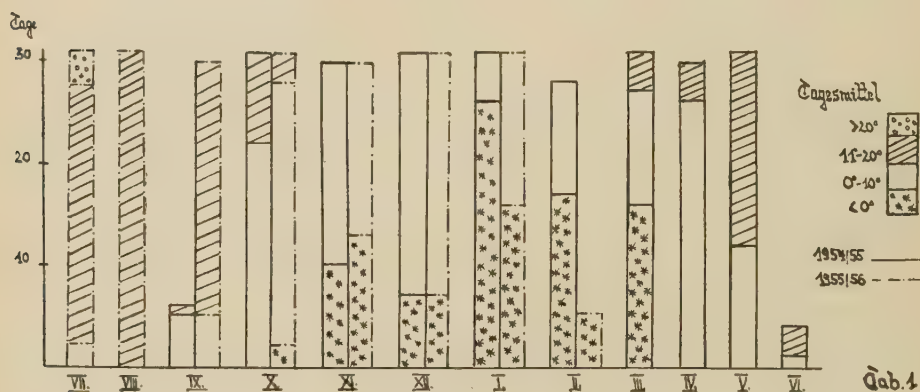
Die Ermittlungen der Bodenreaktion erfolgte mit dem „Universalindikatorflüssig“ von Merk, einzelne Untersuchungen übernahm freundlicherweise mittels der genaueren Chinhydronelektrode das chemische Versuchslaboratorium der Bayerischen Landesanstalt für Moorbirtschaft, von der ebenfalls bei einigen Proben Wassergehalt und Glühverlust bestimmt wurden.

c) Witterungsverlauf

Gerade bei einem so eng umgrenzten Lebensraum, wie ihn der Kompoststapel darstellt, kommt man nicht umhin, auch den Umwelteinflüssen größere Beachtung zu schenken. Mein besonderes Augenmerk galt dabei den klimati-

schen Faktoren, die für die Entwicklung der Tierwelt und damit auch für den Rotteverlauf von Bedeutung sind. Die Kleinheit des Biotops und die Differenzierung des Landschaftsbildes ließen es daher für ratsam erscheinen, neben dem Großklima vor allem auch kleinklimatische Einflüsse als Grundlage dieser Beobachtungen heranziehen.

Meine erste Versuchsreihe (Versuchsstapel I bis IV) dauerte von Ende September 1954 bis Mai 1955 und fiel — genau wie die folgende — in eine viel zu niederschlagsreiche Witterungsperiode. In diesen 8 Versuchsmonaten lag nach Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (Wetteramt München) nur 1 Monat unter dem langjährigen Feuchtigkeitsmittel. Die Komposte lagerten dadurch fester. Durch öfteres Umsetzen wurde jedoch der *streureiche* Stallmist genau wie die *sperrigen* Gartenabfälle genügend oft aufgelockert. Die Temperaturen waren, abgesehen von einem etwas kühleren Abschnitt während der letzten Novemberhälfte, bis Jahresende viel zu mild. Dann aber hielt fast mit Jahresbeginn 1955 der Winter seinen Einzug, und nur während der ersten Februardekade lag das Tagesmittel einige Zeit über dem



Gefrierpunkt. Später folgte rascher Temperaturfall, der vom 14. Februar bis 21. März die erste geschlossene Schneedecke dieses Winters im Untersuchungsgebiet mit sich brachte. Der April war noch sehr kühl und erst gegen Monatsende trat dann eine — allerdings sehr intensive — Erwärmung ein, die sich auch noch auf die erste Maidekade erstreckte. Später sorgten stärkere zeitweilige Kälterückfälle für eine negative Temperaturabweichung vom Monatsmittel. Die zweite Versuchsreihe (Versuchsstapel V bis X) begann im Juli 1955, wobei die Temperaturen bis Oktober 1955 für die Jahreszeit als normal bezeichnet werden konnten. Einem sehr kalten November schlossen sich zwei milde Monate (Dezember 1955/Januar 1956) an. Die Niederschläge fielen auch diesmal — besonders am Anfang und Ende der Untersuchungen

— sehr zahlreich, nur die Monate Oktober/November 1955 waren trockener. Da es sich hier jedoch bis auf eine Ausnahme um Torfkompostierungsverfahren handelte, dürfte dies als günstig zu werten sein.

Vergleicht man also unter diesem Gesichtspunkt beide Versuchsreihen (vgl. Tab. 1), so dürften neben dem früheren — noch in den Sommer fallenden — Beginn bei der 2. Versuchsreihe auch die klimatischen Bedingungen im allgemeinen etwas günstiger gewesen sein als während der ersten Beobachtungen. Eine später zu besprechende Beurteilung des Stapels X im Vergleich zu den Stapeln I oder II wird dies noch besonders unterstreichen. Die jeweilige Niederschlagsintensität mußte leider infolge fehlenden Gerätes unbeachtet bleiben.

d) Die Versuchsstapel und ihre Rottetemperaturen

Insgesamt wurden 204 Proben aus 10 verschiedenen Versuchsstapeln entnommen. Dabei stellte das Torfwerk Raubling/Obb. für die Stapel V bis IX freundlicherweise den Torfmüll bzw. den Mischstreutorf zur Verfügung. Die Stapel I bis IV wurden im November 1954 mit einer Laubschicht als Kälte- und Verdunstungsschutz abgedeckt.

Versuchsstapel I:

Größe 5 x 2 m Grundfläche, 1,30 m Höhe. Stapelgewicht: 7860 kg. Zusammensetzung: 3120 kg Stallmist mit reichlich Streu (90 % Pferde-, 10 % Rindermist), dazwischen eine Erde-Lehmschicht (2520 kg), außen Komposterdeabdeckung; 80 kg Basaltmehl. Ferner Zugaben kleiner Mengen eines Substraktes Kamille, Schafgarbe, Brennessel, Eichenrinde, Baldrian, Löwenzahn. Stapelanlage: 25. 9. 54 (Wetter: heiter und trocken). Umsetzen: 15. 10. 54; 18. 11. 54; 15. 3. 55 (Wetter beim Umsetzen: Im Oktober warm und trocken, im November und März Schneefall). Abschluß des Versuches: 5. 5. 55. Vererdung war hier von allen Stapeln am weitesten fortgeschritten. Wetter bei den Probeentnahmen: 1. 10. 54 11° Nieselregen, 15. 10. 54 15° sonniges Herbstwetter, 18. 11. 54 —1° Schneefall, 15. 3. 55 2° trocken, 5 cm Schneedecke, 5. 5. 55 20° trocken, aber bedeckt.

Versuchsstapel II:

Grundfläche und Höhe wie Stapel I. Stapelgewicht: 7480 kg. Zusammensetzung: 1900 kg Stallmist mit reichlich Streu (90 % Pferde-, 10 % Rindermist), dazwischen Erde (2819 kg), abgestochene Rasenerde (2181 kg) und 80 kg Basaltmehl. Stapelanlage: 29. 9. 54 (Wetter: regnerisch). Umsetzen: 16. 10. 54; 23. 11. 54; 22. 3. 55 (Wetter: trocken im Oktober/November, im März Tauwetter).

Abschluß des Versuches: 10. 5. 55. Verrottungsgrad geringer als bei Stapel I, jedoch gut.

Wetter bei den Probeentnahmen: 4. 10. 54 13° leichter Regen, 15. 10. 54 15° sonniges Herbstwetter, 23. 11. 54 0° sonnig, 22. 3. 55 4° Tauwetter, 10. 5. 55 21° trocken.

Versuchsstapel III:

Größe 5 x 2 m Grundfläche, 1,50 m Höhe. Stapelgewicht: 6340 kg. Zusammensetzung: Sellerieblätter (470 kg), Rübenblätter (530 kg), Unkraut (1390 kg), Begonien (360 kg), Komposterde (3000 kg), Grünmasse (590 kg); ferner wurde leicht Kalk eingestreut. Zugabe kleiner Mengen des unter Stapel I angeführten Substraktes.

Stapelanlage: 18. 10. 54 (heiteres Herbstwetter). Umsetzen: 25. 10. 54; 26. 11. 54; 25. 3. 55 (Wetter beim Umsetzen: Beim ersten Male regnerisch, sonst sonnig). Abschluß des Versuches: 28. 5. 55. Die Rohstoffe waren noch nicht zur Gänze zersetzt, Verrottungsgrad aber stärker als bei Stapel IV.

Wetter bei den Probeentnahmen: 26. 11. 54 — 2° trocken, 25. 3. 55 19° sonnig, 28. 5. 55 14° trocken.

Versuchsstapel IV:

Grundfläche und Höhe wie Stapel III. Stapelgewicht: 4585 kg. Zusammensetzung: Grünmasse (3480 kg), Komposterde (1090 kg), 7 kg Hornmehl, ferner Kalk und Hornspäne eingestreut. Ein Durchlüftungsschacht war eingelegt worden.

Stapelanlage: 19. 10. 54 (heiteres Herbstwetter). Umsetzen: 26. 10. 54; 30. 11. 54, 1. 4. 55 (stets trockenes Wetter beim Umsetzen). Abschluß des Versuches: 4. 6. 55. Dieser Stapel zeigte von allen Stapeln bisher den schlechtesten Verrottungsgrad.

Wetter bei den Probeentnahmen: 30. 11. 54 3° trocken, 1. 4. 55 5° sonnig, 20. 5. 55 8° trocken, 4. 6. 55 14° trocken, bewölkt.

Versuchsstapel V:

Größe 4,40 x 1,70 m Grundfläche, 85 cm Höhe. Stapelgewicht: 1200 kg. Zusammensetzung: Torfmulle mit Jauche getränkt.

Stapelanlage: 14. 7. 55 (Wetter: trüb und regnerisch). Umsetzen: 6. 9. 55; 8. 12. 55 (Wetter: beim ersten warm, beim zweiten Umsetzen regnerisch). Abschluß des Versuches: 19. 1. 56.

Wetter bei den Probeentnahmen: 30. 8. 55 21° trocken und heiter, 12. 10. 55 8° trocken, 19. 1. 56 — 1° gelegentliche Schneeschauer.

Versuchsstapel VI:

Größe 4,25 x 2,60 m Grundfläche, 1,20 m Höhe. Stapelgewicht: 2085 kg. Zusammensetzung: 1800 kg Torfmull, dazwischen je 105 kg Kalimagnesium und Thomasmehl, 75 kg Kalkstickstoff.

Stapelanlage: 14. 7. 55 (Wetter: trüb und regnerisch). Umsetzen: 5. 9. 55; 8. 12. 55 (Wetter: beim ersten trocken, beim zweiten Umsetzen regnerisch).

Abschluß des Versuches: 19. 1. 56.

Wetter bei den Probeentnahmen: 24. 8. 55 20^o freundlich und trocken, 6. 10. 55 9^o Regen, 19. 1. 56 —1^o trocken, bedeckt.

Versuchsstapel VII:

Größe 5 x 2,20 m Grundfläche, 1,20 m Höhe. Stapelgewicht: 2085 kg. Zusammensetzung: 1800 kg Mischstreutorf, dazwischen je 105 kg Kalimagnesium und Thomasmehl, 75 kg Kalkstickstoff.

Stapelanlage: 13. 7. 55 (Wetter: trüb, regnerisch). Umsetzen erfolgte an den gleichen Tagen wie bei Stapel VI. Abschluß des Versuches: 18. 1. 56.

Wetter bei den Probeentnahmen: 17. 8. 55 21^o sonnig und trocken, 18. 1. 56 5^o Regen.

Versuchsstapel VIII:

Größe 4,80 x 2,80 m Grundfläche, 1 m Höhe, Stapelgewicht: 3160 kg. Zusammensetzung: 1800 kg Mischstreutorf, dazwischen 1360 kg Komposterde des Versuchsstapels III.

Stapelanlage: 30. 6. 55 (Wetter: sehr wechselhaft). Umsetzen: 8. 8. 55; 27. 9. 55; 8. 12. 55 (Umsetzen erfolgte stets bei kaltem, trübem und meist regnerischem Wetter). Abschluß des Versuches: 5. 1. 56.

Wetter bei den Probeentnahmen: 5. 8. 55 15^o trocken und bedeckt, 3. 11. 55 2^o trocken und trüb neblig, 5. 1. 56 —1^o trocken, bewölkt.

Versuchsstapel IX:

Grundfläche und Höhe wie Stapel VIII, ebenso das Stapelgewicht. Zusammensetzung: 1800 kg Torfmull, dazwischen 1360 kg Kompost des Stapels III.

Stapelanlage: 1. 7. 55 (heiteres Wetter). Umsetzen: 8. 8. 55; 27. 10. 55; 8. 12. 55 (Wetter beim Umsetzen stets kalt und trüb, meist sogar regnerisch). Abschluß des Versuches: 6. 1. 56.

Wetter bei den Probeentnahmen: 8. 8. 55 11^o trocken — aber für die Jahreszeit zu kalt — 26. 9. 55 18^o, 6. 1. 56 —1^o (beide Male bewölkt, aber trocken).

Versuchsstapel X:

Größe 9,60 x 2,10 m Grundfläche, 1 m Höhe. Stapelgewicht: 8080 kg. Zusammensetzung: 3200 kg Stallmist mit reichlich Streu (90% Pferde-, 10% Rindermist), dazwischen eine Erde-Lehmschicht (2630 kg), außen Kompost-erdeabdeckung (2170 kg); 80 kg Basaltmehl. (Die Zusammensetzung entsprach also fast genau der vom Stapel I).

Stapelanlage: 1. 8. 55 (heiteres Sommerwetter). Umsetzen: 6. 9. 55; 29. 12. 55 (Umsetzen erfolgte bei verhältnismäßig warmem Wetter, am 6. 9. regnete es). Abschluß des Versuches: 6. 2. 56. Der Kompost zeigte die für die Düngung notwendige Reife.

Wetter bei den Probeentnahmen: 5. 9. 55 18° trocken, 17. 10. 55 7° Regen nach Temperaturfall, 6. 2. 56 — 8° trocken, Schneehöhe 10 cm.

In der ersten Versuchsreihe bei den Stapeln I—IV wurden somit jeweils zwei ähnlich zusammengesetzte Stapel gegenübergestellt, wobei die Staatliche Gartenverwaltung Nymphenburg an der Wirkung der Zugaben besonderes Interesse zeigte. Der später in ähnlicher Zusammensetzung aufgesetzte Versuchsstapel X galt der Erkennung der günstigeren Lagerung und Lagerungszeit. Die Stapel VI und VII, sowie VIII und IX wiederum dienten bei jeweils gleichen Beimischungen dem evtl. unterschiedlichen Verhalten von Torfmull und Mischstreutorf. Bei diesem handelte es sich um Hochmoortorf, der noch verhältnismäßig deutlich die Struktur der Pflanzenreste erkennen ließ. Bestandteile: Eriophorum, Sphagnum, (Scheuchzeria). Er besitzt ein großes Aufsaugvermögen (9—11 fach) und ist im Verhältnis zu anderen Torfen besonders kalkarm. Bei der Stapelung wurde der Torf gut angefeuchtet.

Innerhalb der Versuchsreihen wurden alle Stapel gleichlang gelagert, auch bei den Probeentnahmen versuchte ich möglichst gleiche Zeitabstände zu wahren.

Die tägliche Beobachtung der Rottetemperaturen erschien mir wichtig und wertvoll, da diesen bisher keine Beachtung geschenkt wurde. Es steht aber doch wohl außer Zweifel, daß der Verlauf der Kompostierung, die Rotte-dauer und auch die Zusammensetzung der Kleintierwelt weitestgehend von den Einflüssen des Mikroklimas bedingt werden.

In Tabelle 2 ist der Temperaturverlauf zunächst einmal während des gesamten Prozesses dargestellt. Es dürfte sich hier um den „Normalfall“ handeln, da ja auch in der landwirtschaftlichen Praxis meist im Herbst die Stapel aufgesetzt und dann im Frühsommer weiterverwertet werden; auch mit dem Beispiel eines Stallmiststapels glaubte ich dem allgemein-praktischen Interesse am nächsten zu kommen.

Nach dem Auf- bzw. Umsetzen stieg also die Temperatur — bei erneutem Umsetzen allerdings jeweils mit abklingender Intensität — zunächst einmal

Rottemperduren bei der Stillwasserkomposition.

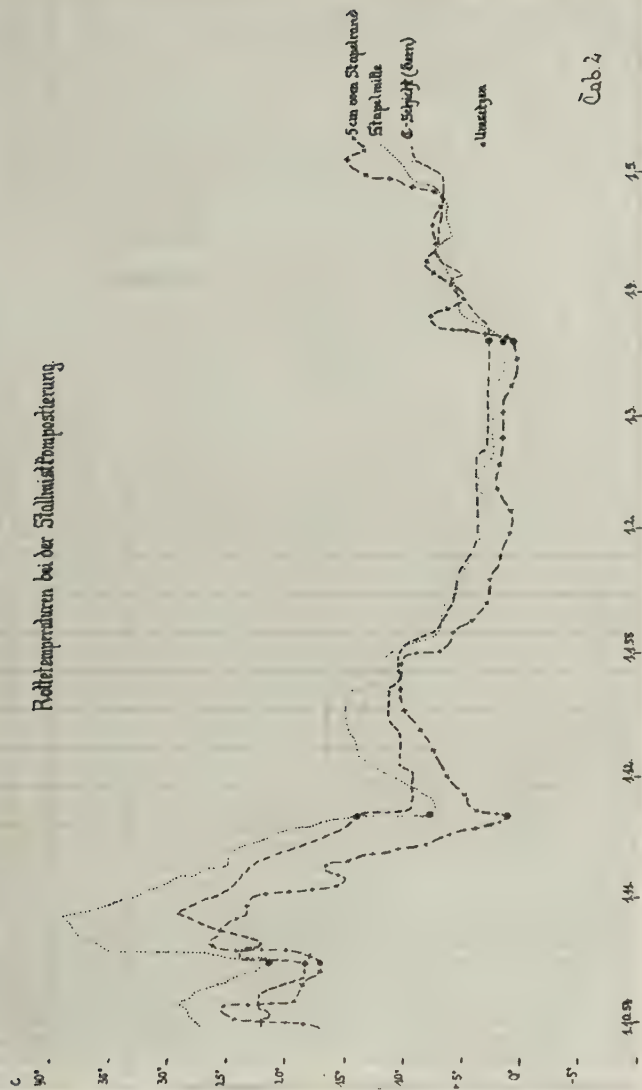
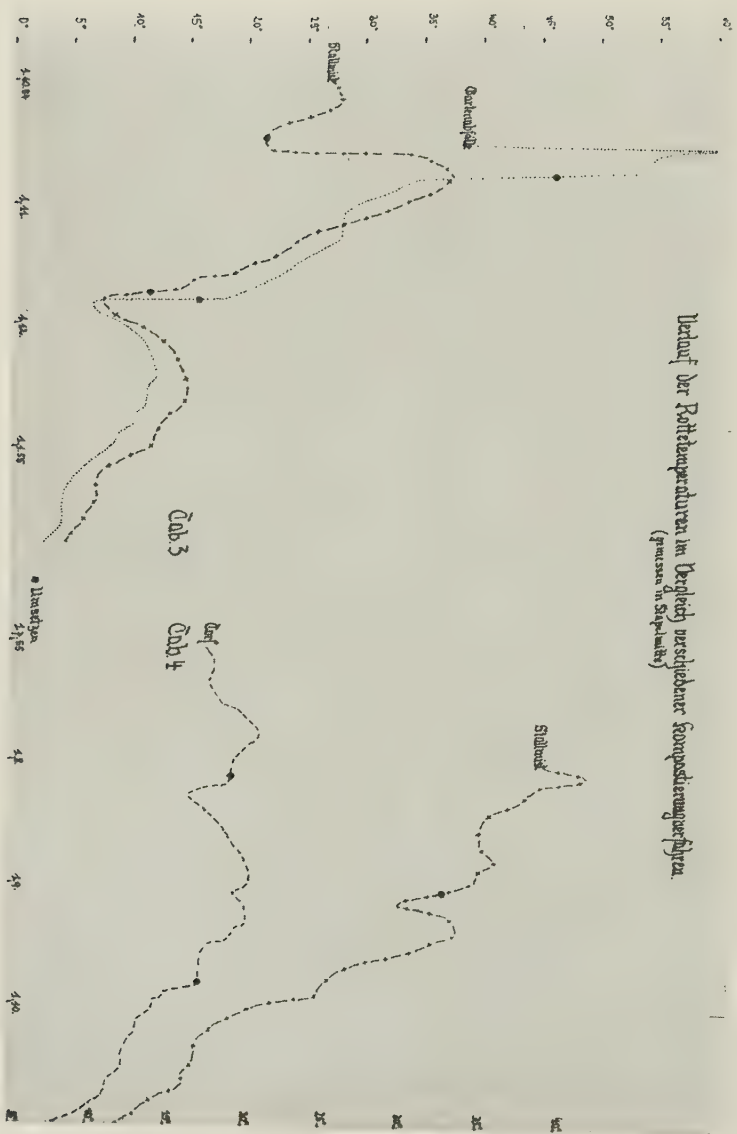


Abb. 2

Verlauf der Poltemperaturen im Vergleich verschiedener Seeposidoniumsphären.
(grössere in Strichstärke)



etwa 14 Tage an, wobei durch die Tätigkeit von Mikroorganismen und erneute Sauerstoffzufuhr eine Steigerung bis zu 18°C beobachtet wurde. Der Temperaturanstieg wurde natürlich durch gleichzeitigen Lufttemperaturanstieg begünstigt. Das Umsetzen bei Frostwetter (vgl. Tab. 3: Das zweite Umsetzen erfolgte bei den Gartenabfällen hier bei -2°C !) sollte unterbleiben, da die erneute Erwärmung dadurch gehemmt wird. Was nun die unterste Temperaturgrenze im Stapel betrifft, so lag sie im Winter 1954/55 in keinem Fall unter dem Gefrierpunkt, so daß mit andauernder, wenn auch zeitweise sicher nur schwacher Rotte gerechnet werden konnte. Die strenge Kälte Anfang Februar brachte dem letztverbliebenen Versuch (Stapel X) in 7 cm Schichttiefe 4 Tage lang noch -1°C , was aber wohl keine zu große Bedeutung hatte; sonst herrschten auch in diesem Winter 1955/56 trotz Tiefstwerten von -20°C in allen Stapeln Temperaturen über 0°C . Sicherlich hat die stete Erd- und Laubabdeckung — außer beim Torf — während der Wintermonate ebenfalls ein zu starkes Abkühlen verhindert. Im November 1954 führte ein Kälteeinbruch in der zweiten Monathälfte zu der in Tabelle 2 und 3 erkennbaren auffallend starken Abkühlung, während die niedrigen Außentemperaturen Anfang Januar 1955 nicht sehr sichtbar werden. Mit Beginn des Frühjahrs setzte auch in allen Reifebeeten eine kräftige Erwärmung ein.

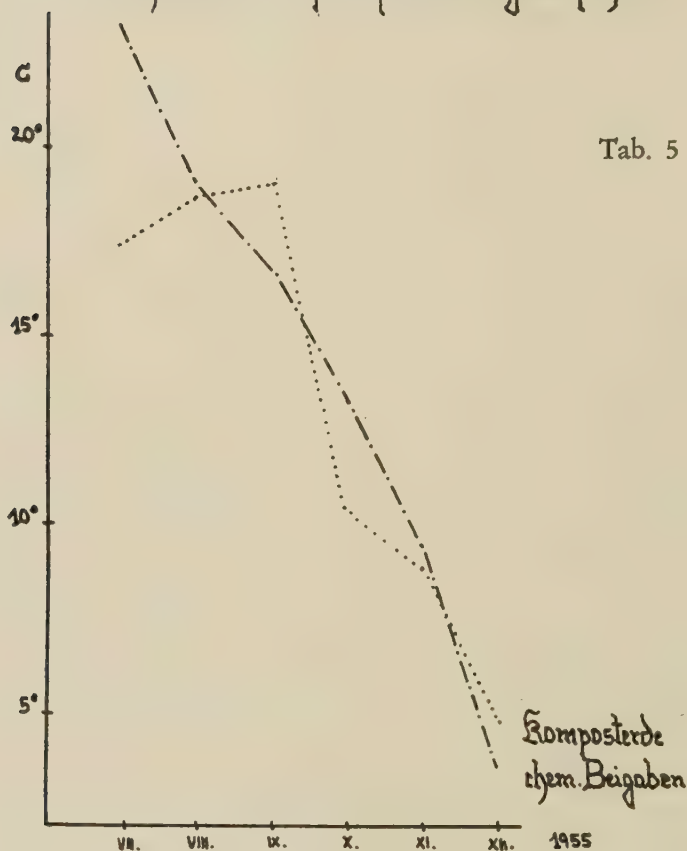
Die Tabellen 3 und 4 legen die etwas abweichenden Verhältnisse in den Stapeln mit Gartenabfällen und beim Torf in den ersten Monaten nach der Stapelung dar. Auffallend sind die hohen Anfangstemperaturen in Stapeln mit Gartenabfällen (Tab. 3). Hier waren — wenn auch nur über kurze Zeit — Temperaturen von 60°C und darüber feststellbar, wobei der Nutzen gewiß — vorsichtig ausgedrückt — geringer als der Schaden ist; die Kleintierwelt geht zugrunde (die obere Grenze der Temperaturresistenz der meisten Collembolen liegt auch wenn eine gewisse Anpassungsfähigkeit möglich ist nach Strebel (1932) und Agrell (1941) bei $+40^{\circ}\text{C}$); wenn auch durch diese hohen Temperaturen die Zersetzung zunächst einmal beschleunigt wurde, so erfolgt die Humifizierung doch weitestgehend durch die Mikrofauna, die erst aufs Neue den Stapel besiedeln muß.

In weit geringerem Maße ist ein Torfstapel (Tab. 4) trotz seiner in diesem Fall beigegebenen nicht geringen Menge von Komposterde allen diesen Schwankungen unterworfen, was wohl vor allem auf die lockere Lagerung desselben und die nur sehr geringe Tätigkeit der Kleintiere zurückzuführen ist. Wie unterschiedlich sich die einzelnen Beimischungen im Temperaturverlauf bemerkbar machen, zeigt Tabelle 5, S. 20. Während in der C-Schicht — die Messungen erfolgen in den gleichen Stapeltiefen, aus denen auch die Proben entnommen wurden — eines Torfstapels mit Komposterde noch 2 Monate

lang eine Erwärmung zu beobachten war, sanken die Temperaturen bei Beimischung von Mineralien innerhalb weniger Tage.

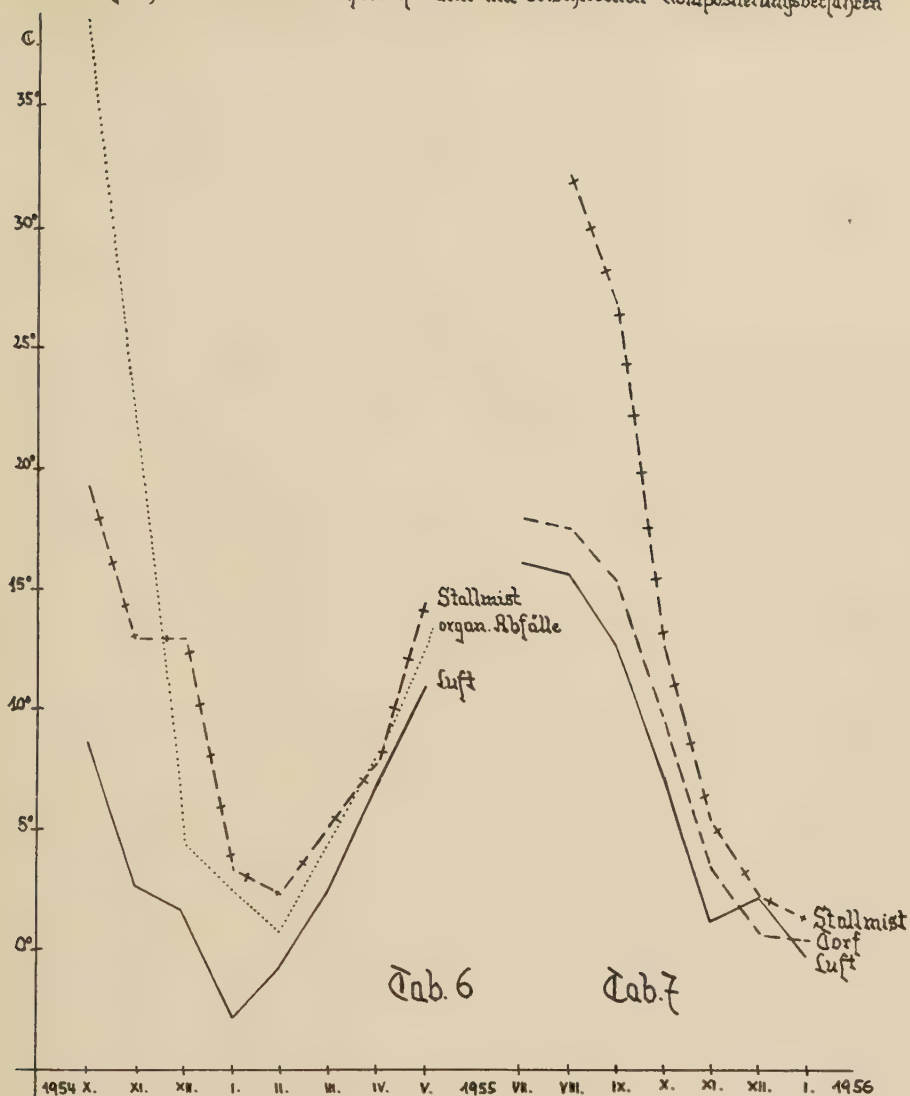
Wie eingangs dieses Kapitels bereits kurz erwähnt, wurde die Abhängigkeit der Stapeltemperaturen von denen der Luft überall erkennbar, auch wenn die Schwankungen der Außentemperatur im Stapel nur in abgeschwäch-

Vergleich Monatsmittel bei verschiedenen Compostierungsverfahren.



ter und zeitlich verschobener Form wirksam werden; die Tabellen 6 und 7 (s. folgende Seite) lassen dies erkennen. Man ersieht daraus, daß fast alle Temperaturen etwa $\frac{1}{2}$ Jahr selbst in der Außenschicht des Stapels trotz Wintertälte über der Luft liegen und auch die Frühjahrserwärmung einen raschen Wiederanstieg bringt.

Vergleich Monatsmittel der Lufttemperatur mit verschiedenen Kompostierungsverfahren



In Tabelle 7 fällt die anormale Lufttemperatur des Dezember 1955 auf. Sowohl im Stallmist als auch in den Torfstapeln ergab sich darauf im Januar 1956 eine Abschwächung des jähen Temperaturfalls der Vormonate.

Inwieweit auch die Stapelgröße eine Rolle spielt, mag der Stapel V ein Beispiel sein. Hier wurde der kleinste Versuch angelegt und obwohl auch diese Stapelmaße durchaus noch als normal bezeichnet werden, beweisen die niedrigeren Temperaturwerte in der folgenden Gegenüberstellung beim Vergleich mit einem anderen Torfkompoststapel, daß zumindest während der kälteren Jahreszeit die Stapelausmaße nicht zu gering sein dürfen, da sonst die Wärmeausstrahlung noch leichter möglich ist.

*Vergleich der Luft- und Rottetemperaturen zweier Torfstapel
verschiedener Größe (Monatsmittel gemessen in °C)*

	Juli 55	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan. 56
Lufttemperatur	16,1	15,7	12,7	7,2	1,0	1,9	-0,4
Stapel V	18,9	16,3	14,2	10,1	5,3	1,5	2,4
Stapel VI	28,1	20,8	17,7	13,3	8,2	2,0	2,6

(Stapelmessungen in Stapelmitte; Stapelmaße: Stapel V: 440 x 170 x 85 cm, Stapel VI: 425 x 260 x 120 cm).

Für die Rottetemperaturen bestehen also im wesentlichen Abhängigkeit

von der Luft,
von der Stapelgröße,
vom verwendeten Material.

Auf die Abhängigkeit der Kleintierwelt von sehr vielen dieser klimatischen Faktoren werde ich im ökologischen Teil der Arbeit eingehen.

III. Artenzusammensetzung in verschiedenen Versuchsstapeln

Versuchsstapel

I II III IV V VI VII VIII IX X

Ordn. Oligochaeta

ENCHYTRAEIDAE

Enchytraeidae gen. spec. + + + + + — — + + +

LUMBRICIDAE

Eiseniella tetraedra (Sav.) — — + — — — — — — —

Eisenia foetida (Sav.) + + + + — — — + + +

Eisenia spec. — — — — — + — — — —

Allolobophora caliginosa (Sav.) — + + — — — — — — —

Allolobophora chloratica (Sav.) — — + — — — — — + —

Allolobophora spec. + + — — — — — — — —

Dendrobaena rubida (Sav.) + — + — — — — — — +

Dendrobaena spec. + — — — — — — + + +

Lumbricus rubellus Hoffm. + + + — — — — — — —

Lumbricus castaneus (Sav.) + — — — — — — — — —

Lumbricus herculeus (Rosa) — + — — — — — — — +

Lumbricidae gen. spec. + + + + — — — — — +

Ordn. Isopoda

TRICHONISCIDAE

Haplophthalmus danicus B.L. — — — — — — — — +

PORCELLIONIDAE

Porcellio scaber Latr. — — — + — — — — —

Tracheoniscus rathkei (Brandt) — — — — — — — + —

Porcellionidae gen. spec. (Larven) — — — — — — — — +

Ordn. Araneae

LINYPHIIDAE

Leptyphantus leprosus (Ohlert) — — + — — — — — —

Linyphiidae gen. spec. + — — — — — — — —

AGELENIDAE

Agelenidae gen. spec. — — — + — — — — —

Ordn. Acarina

PARASITIDAE

Parasitus coleoptratorum L. + — + — — — — — +

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Parasitus lunaris</i> (Berl.)	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Eugamasus spec.</i>	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+
<i>Pergamasus crassipes</i> (L.)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Pergamasus spec.</i>	—	+	+	+	+	—	—	+	+	+
<i>Parasitidae gen. spec.</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+
VEIGAIIDAE										
<i>Veigaia spec.</i>	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
MACROCHELIDAE										
<i>Macrocheles spec.</i>	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+
UROPODIDAE										
<i>Uropoda orbicularis</i> Müll.	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+
<i>Uropoda virgata</i> Hull	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trichouropoda Kramerii</i>	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Urosternella</i> (<i>Uroobovella</i>)										
<i>heteropilis</i> Nicol	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Urosternella</i> (<i>Urocyclella</i>)										
<i>varians</i> Nicol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Urosternella fimicola</i> Berl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Urosternella marginata</i> (Koch)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
TROMBIDIIDAE										
<i>Microtrombidium fasciatum</i> (Koch)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
TYROGLYPHIDAE										
<i>Tyrophagus dimidiatus</i> (Herm.)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
<i>Tyrophagus brauni</i> Türk	—	+	—	—	—	+	+	+	+	+
<i>Tyrophagus spec.</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Caloglyphus berlesei</i> (Michael)	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Caloglyphus polyphyllae</i>										
Zachvatkin	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+
GLYCYPHAGIDAE										
<i>Glycyphagus domesticus</i> (de Geer)	+	+	+	+	—	+	+	+	+	—
<i>Glycyphagus spec.</i>	—	—	+	+	+	+	—	+	—	—
EREMAEIDAE										
<i>Hydrozetes terrestris</i> Berl.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
PHTHIRACARIDAE										
<i>Phthiracarus piger</i> (Scop.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Kl. Diplopoda</i>										
POLYDESMIDAE										
<i>Polydesmus denticulatus</i> Koch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Brachydesmus superus</i> Latzel	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+

	Versuchsstapel									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
JULIDAE										
<i>Cylindroiulus latestriatus</i> (Curtis)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cylindroiulus teutonicus</i> (Pocock)	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Brachyiulus pusillus</i> (Leach)	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—
BLANIULIDAE										
<i>Choneiulus palmatus</i> (Nemec)	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
<i>Kl. Chilopoda</i>										
GEOPHILIDAE										
<i>Necrophloeophagus longicornis</i> (Leach)	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—
LITHOBIIDAE										
<i>Lithobius duboscqui</i> Brölemann	—	—	+	+	—	—	—	+	—	+
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+
<i>Ordn. Collembola</i>										
PODURIDAE										
<i>Hypogastrura manubrialis</i> Tullb.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*
<i>Hypogastrura vernalis</i> (Carl)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypogastrura sahlbergi</i> (Reuter)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ceratophysella bengtssoni</i> (Agren)	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—
<i>Ceratophysella armata</i> (Nic.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
<i>Xenylla welchi</i> Folsom	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Xenylla mucronata</i> Axelson	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Neanura muscorum</i> Templ.	+	—	+	+	—	—	—	—	+	—
ONYCHIURIDAE										
<i>Onychiurus furcifer</i> (Börner)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Onychiurus fimetarius</i> (L.) sensu Stach	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
<i>Onychiurus spec.</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Tullbergia</i> (<i>Stenaphorura</i>) quadrispina (Lie-Pett.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
ISOTOMIDAE										
<i>Pseudanurophorus boernerii</i> Stach	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Anurophorus laricis</i> Nic.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Folsomia multiseta</i> Stach	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—

*) Die Collembolenfauna des Stapels X wurde nur quantitativ erfaßt.

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullb.)	—	+	+	—	—	—	—	+	—	
<i>Folsomia manolachei</i> Bagnall	—	—	—	+	—	—	—	—	—	
<i>Folsomia fimetaria</i> L.	—	—	+	—	+	+	—	—	+	
<i>Folsomia candida</i> Stach	+	+	+	+	—	—	—	+	+	
<i>Folsomia</i> spec.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	
<i>Proisotoma minuta</i> (Tullb.)	+	+	+	+	—	—	+	+	+	
<i>Proisotoma</i> (<i>Isotomina</i>)										
<i>thermophila</i> (Axelson)	+	+	+	+	+	+	+	+	—	
<i>Spinisotoma stachi</i> Denis	—	—	+	+	—	—	—	—	+	
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	+	+	—	—	+	—	—	+	+	
<i>Isotoma viridis</i> Bourl.	—	+	+	—	—	+	—	—	+	
<i>Isotoma olivacea</i> Tullb.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	
<i>Isotoma tigrina</i> (Nic.)	+	+	+	+	+	+	—	—	—	
<i>Isotoma</i> spec.	—	—	+	+	—	—	—	—	—	
<i>Isotomurus palustris</i> (Müll.)	—	+	+	+	+	+	—	+	+	
ENTOMOBRYIDAE										
<i>Sinella coeca</i> Schött.	+	—	—	—	—	—	—	+	—	
<i>Entomobrya multifasciata</i> Tullb.	+	—	+	—	—	—	—	—	—	
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullb.	+	+	—	+	—	+	+	—	+	
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	—	—	—	—	—	+	—	—	—	
<i>Pseudosinella alba</i> (Pack.)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
<i>Orchesella villosa</i> (Geoffroy)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templ.)	—	—	—	—	—	—	—	+	+	
SMINTHURIDAE										
<i>Bourletiella</i> spec.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	

Ordn. Homoptera

JASSIDAE

<i>Jassidae</i> gen. spec.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

APHIDAE

<i>Neomyzus circumflexus</i> (Buckton)	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ordn. Coleoptera

CARABIDAE

<i>Bembidion lampros</i> Hbst.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Patrobis atrorufus</i> Stroem.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Anisodactylus binotatus</i> F.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
HYDROPHILIDAE										
<i>Cercyon quisquilius</i> L.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cercyon atricapillus</i> Mrsh.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cercyon analis</i> Payk.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+
<i>Cryptopleurum minutum</i> F.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+
PTILIIDAE										
<i>Acrotrichis</i> spec.	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+
STAPHYLINIDAE										
<i>Trogophloeus bilineatus</i> Steph.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+
<i>Trogophloeus gracilis</i> Mannh.	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
<i>Trogophloeus pusillus</i> Grav.	+	+	+	+	+	—	+	—	—	+
<i>Haploderus caelatus</i> Grav.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oxytelus rugosus</i> F.	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Oxytelus sculptus</i> Grav.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oxytelus tetracarinatus</i> Block.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Platystethus arenarius</i> Fourcr.	—	+	—	—	—	—	—	+	—	+
<i>Lithocharis nicriceps</i> Kr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Leptacinus parumpunctatus</i> Gyll.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Xantholinus punctulatus</i> Payk.	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Xantholinus angustatus</i> Steph.	—	+	—	—	—	+	—	—	+	+
<i>Philonthus rectangulus</i> Sharp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Philonthus albipes</i> Grav.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Philonthus fimetarius</i> Grav.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Quedius cinctus</i> Payk.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cardiola obscura</i> Grav.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Bohemiellina paradoxa</i> Mach.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Atheta luridipennis</i> Mannh.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atheta elongatula</i> Grav.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atheta melanocera</i> Thoms.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atheta malleus</i> Joy	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atheta pygmaea</i> Grav.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Atheta fungi</i> Grav.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Atheta</i> spec.	—	+	—	—	—	+	—	+	—	+
<i>Meotica Marchii</i> Dod.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Meotica Hansenii</i> Scheerp.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Meotica</i> spec.	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxypoda seracea</i> Heer	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—

	Versuchsstapel									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
PSELAPHIDAE										
Euplectus signatus Denny	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Euplectus karsteni Reichenb.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
HISTERIDAE										
Acritus nigricornis Hoffm.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
DERMESTIDAE										
Anthrenus museorum L.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
NITIDULIDAE										
Omosita discoidea Fabr.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
CUCUJIDAE										
Monotoma picipes Hbst.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
CRYPTOPHAGIDAE										
Cryptophagus cellaris Scop.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Atomaria prolixa Er.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Atomaria fuscicollis Marsh.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
LATHRIDIIDAE										
Lathridius nodifer Westw.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Enicmus minutus L.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Enicmus anthracinus Mannh.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Cartodere filiformis Gyll.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cartodere filum Aubé	+	+	—	+	+	—	—	+	+	+
Corticaria fulva Comolli	—	+	+	—	+	—	—	—	+	+
ENDOMYCHIDAE										
Mycetaea hirta Marsh.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PTINIDAE										
Ptinus fur L.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Ptinus bicinctus Strm.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SCARABAEIDAE										
Aphodius fimetarius L.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+
Oxyomus silvestris Scop.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
CURCULIONIDAE										
Ceuthorrhynchus contractus Marsh.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
SCOLYTIDAE										
Hylurgops palliatus Gyll.	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Coleopterenlarven</i>										
CARABIDAE										
Clivina spec.	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—
Bembidion spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Trechus gen. spec.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+
HYDROPHILIDAE										
Cercyon spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+
Megasternum boletophagum Marsh.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
STAPHYLINIDAE										
Micropeplus spec.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Megarthus spec.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Omalini gen. spec.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Trogophloeus (pusillus Grav.?)	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Oxytelus spec.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+
Oxytelinae gen. spec.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Platystethus arenarius Fourcr.	+	+	+	+	—	+	—	+	—	+
Medon oder Stilicus spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Lithocharis ochracea Grav.?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Xantholinus spec.	+	—	+	+	—	—	—	—	—	+
Othius spec.	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
Philonthus spec.	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
Quedius spec.	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Tachinus spec.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Quediini gen. spec.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
Aleocharinae gen. spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+
Atheta spec.	—	—	—	+	+	—	—	+	—	+
Atheta spec. A	+	+	+	+	—	—	+	—	+	+
Oxypoda spec.	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
CANTHARIDAE										
Cantharis spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
MALACHIIDAE										
Anthocomus spec.	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—
Malachiinae gen. spec.	—	+	+	+	—	+	—	+	+	—
DERMESTIDAE										
Anthrenus museorum L.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
ELATERIDAE										
Agriotes obscurus L.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
SCARABAEIDAE										
Aphodius spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxyomus silvestris Scop.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Ordn. Hymenoptera</i>										
FORMICIDAE										
<i>Myrmica ruginodis</i> Nyl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ordn. Diptera</i>										
SCATOPSIDAE										
<i>Scatopse brevicornis</i> Meig.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
LYCORIIDAE										
<i>Lycoria</i> spec.	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
CERATOPOGONIDAE										
<i>Forcipomyia</i> spec. (? <i>squamaticus</i> Kieff.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CHIRONOMIDAE										
<i>Metriocnemus</i> spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
PHORIDAE										
<i>Megaselia meconicera</i> Speiser	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
SPHAEROCERIDAE										
<i>Trachyopella leucoptera</i> Halid.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
<i>Elachisoma aterrима</i> Halid.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Elachisoma</i> spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coprophila ferruginata</i> Stenh.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sphaeroceridae</i> gen. spec.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Dipterenlarven</i>										
TRICHOCERIDAE										
<i>Trichocera</i> spec.	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Trichoceridae</i> gen. spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
BIBIONIDAE										
<i>Dilophus febrilis</i> L.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SCATOPSIDAE										
<i>Scatopse</i> spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Scatopsidae</i> gen. spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+
CECIDOMYIIDAE										
<i>Cecidomyiidae</i> gen. spec.	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
LYCORIIDAE										
<i>Lycoriidae</i> gen. spec.	+	+	+	+	—	—	—	+	—	—

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SCIOPHILIDAE										
Sciophilidae gen. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
FUNGIVORIDAE										
Fungivoridae gen. spec.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+
DITOMYIIDAE										
Ditomyiidae gen. spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
PSYCHODIDAE										
Telmatoscopus spec.	—	+	+	+	—	—	—	—	—	+
Psychodidae gen. spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+
CERATOPOGONIDAE										
Forcipomyia bipunctata L.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Forcipomyia spec.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+
Bezzia spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
CHIRONOMIDAE										
Pseudomittia spec.	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+
Orthocladiinae gen. spec.	+	+	+	—	—	—	—	+	—	+
Chironomidae gen. spec.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	+
TIPULIDAE										
Tipulidae gen. spec.	+	+	—	+	+	—	—	—	—	+
LIMNOBIIDAE										
Limnobiidae gen. spec.	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
STRATIOMYIIDAE										
Beridinae gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
RHAGIONIDAE										
Rhagionidae gen. spec.	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+
EMPIDIDAE										
Hilaria spec.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Empididae gen. spec.	+	—	—	+	—	—	—	+	+	+
DOLICHOPODIDAE										
Dolichopodidae gen. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
PHORIDAE										
Phoridae gen. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
SPHAEROCERIDAE										
Sphaeroceridae gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Leptocera gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
DROSOPHILIDAE										
Drosophilidae gen. spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+
Acalyptrata gen. spec.	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—

Versuchsstapel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
MUSCIDAE										
Muscinae gen. spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Anthomyiinae gen. spec.	+	—	—	+	—	—	—	—	+	—
Phaonia spec.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Fannia scalaris (Fabr.)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phanoinae gen. spec.	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+
Muscidae gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
CALLIPHORIDAE										
Lucilia spec.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calliphoridae gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Calyptrata gen. spec.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+
U. Ordn. Brachycera	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Kl. Gastropoda</i>										
VALVATIDAE										
Valvata piscinalis Müll.	—	G*	G	—	—	—	—	—	—	—
Valvata cristata Müll.	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HYDROBIIDAE										
Bithynia tentaculata (L.)	G	—	—	G	—	—	—	—	—	—
PLANORBIDAE										
Tropidiscus carinatus Müll.	G*	—	G	—	—	—	—	G	G	G
Tropidiscus planorbis (L.)	G	—	—	—	—	—	—	—	—	—
COCHLICOPODIDAE										
Cochlicopa lubrica (Müll.)	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
VALLONIIDAE										
Vallonia excentrica Sterki	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vallonia costata Müll.	—	—	G	—	—	—	—	—	—	—
PUPILLIDAE										
Vertigo pygmaea Drap.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SUCCINEIDAE										
Succinea oblonga Drap.	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LIMACIDAE										
Lehmannia marginata (Müll.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
FERUSSACIIDAE										
Caecilioides acicula Müll.	—	G	+	+	—	—	—	—	—	—
HELICIDAE										
Trichia hispida (L.)	+	+	G	G	—	—	G	—	—	—

*G Hierbei handelte es sich ausschließlich um Gehäusefunde.

Nomenklatorische Bemerkungen.

Bei der Nennung der einzelnen Tierarten übernahm ich die Angaben der einzelnen Determinatoren. Im folgenden sei nun auf einige nomenklatorische Einzelheiten hingewiesen:

Urosterrella (*Urosterrella*) *fimicola* Berlese

Syn. (nach Zierngibl-Nicol): *Prodinychus formicarius* Vitzthum 1924

Prodinychus cicatricosus Franke 1941

Prodinychus tuberosus Leitner 1946

Cylindroiulus latestriatus (Curtis)

Syn.: *Cylindroiulus fristus* Verhoeff.

Cylindroiulus teutonicus (Pocock)

Syn.: *Cylindroiulus londinensis* var. *caeruleocinctus* Wood.

Brachyiulus pusillus (Leach)

Syn.: *Brachyiulus littoralis* Verhoeff. Nach Schubert (1934) untersuchten Bagnall und Brade-Birks den Typus von Leach und stellten seine Identität mit *Br. littoralis* fest..

Lithobius duboscqui Brölemann

Lithobius nigriceps Meinert.

Hypogastrura manubrialis Tullberg

Hypogastrura assimilis Krausb. sensu Gisin.

Ceratophysella armata (Nicolet)

Sensu Gisin dürfte es sich in allen Fällen um *Hypogastrura* (*Cerat.*) *denticulata* Bagn. handeln.

Onychiurus armatus Tullb.

Unter diesem Namen nach Gisin (1952) zahlreiche Arten vereinigt.

Onychiurus fimetarius Stach

Syn.: *Onychiurus insubriarius* Gisin.

Spinotoma stachi Denis

Auf Grund von Laborversuchen ist nach Gisin diese Art nur eine ökologische Form von *Isotoma olivacea* Tullb.

Cercyon analis Payk.

Syn.: *Cercyon flavipes* Payk.

Trichoceridae gen. spec.

Diese Familie bezeichnet Brauns (1954 a) noch als *Petauristidae*.

Cecidomyiidae gen. spec.

Syn.: *Itonididae* gen. spec.

Lycoriidae gen. spec.

Syn.: *Sciaridae* gen. spec.

Fungivoridae gen. spec.

Syn.: *Mycetophilidae* gen. spec.

Chironomidae gen. spec.

Syn.: *Tendipedidae* gen. spec.

Limoniidae gen. spec.

Syn.: *Limoniidae* gen. spec.

Rhagionidae gen. spec.

Syn.: *Leptidae* gen. spec.

Sphaeroceridae gen. spec.

Syn.: *Borboridae* gen. spec.

Muscidae gen. spec.

Syn. *Anthomyiidae* gen. spec.

Sieht man von den bekannten Schwierigkeiten bei der Determination von Larven ab, so handelte es sich bei zahlreichen Exemplaren aus den verschiedensten Tiergruppen um juvenile Formen, deren Bestimmung wegen ihrer nicht voll ausgebildeten Organe und Merkmale ebenfalls erschwert ist.

Unter den 223 in diesem Kapitel aufgeführten Arten haben — bei Außerachtlassung der Milben — folgende Tiergruppen prozentual den stärksten Anteil:

Coleopetra	28,5 %
Collembola	18 %
Dipterenlarven	16,5 %
Coleopterenlarven	14 %
Gastropoda	6,5 %
Diptera	4,5 %
Lumbricidae	4 %
Diplopoda	3 %

Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, daß alle nur bis zur Familie determinierten Individuen als eine Spezies gezählt wurden und die tatsächliche Zahl über 250 Arten sein dürfte. Damit aber erfährt auch die Aufstellung der Prozentanteile hier und dort, besonders aber wohl bei den Larven, eine Steigerung, so daß Collembola, Acari, Coleoptera und ihre Larven, Dipterenlarven und die Lumbricidae im untersuchten Lebensraum die dominierende Rolle spielen. Dies kommt bei allen meinen Aufsammlungen auch in der Individuendichte klar zum Ausdruck.

Collembola	49 398 Individuen
Acari	20 222 Individuen
Dipterenlarven	1 158 Individuen
Coleoptera	910 Individuen
Coleopterenlarven	495 Individuen
Lumbricidae	484 Individuen
Enchytraeidae	131 Individuen
Gastropoda	72 Individuen
Diptera	51 Individuen
Diplopoda	26 Individuen
Chilopoda	14 Individuen

Isopoda, Homoptera, Araneae und Hymenoptera wurden nur ganz vereinzelt beobachtet.

IV. Einordnung der Arten in ihre Biotope

Die Eigenart des Lebensraumes mit seinen speziellen, sich ziemlich rasch ändernden Lebensbedingungen spiegelt sich im Faunenbild wieder. Der Vergleich von Dünger- und Kompoststapeln mit verschiedenen Ausgangsmateria-

lien zeigte mir außerdem, daß bei *gleichen* äußeren Umweltbedingungen die qualitativen und quantitativen Unterschiede in der Faunenzusammensetzung der einzelnen Stapel oft beträchtlich sein können und man sich vor raschen Verallgemeinerungen in acht nehmen sollte. Ich möchte aber annehmen, daß ich bei der Unterteilung der Biosynöcie „Kompost“ in folgende 5 Biotope die von mir beobachteten Arten am besten einordnen kann:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Wirtschaftsdünger | (Stapel I, II, X) |
| 2. Grünkompst | (Stapel III, IV) |
| 3. Jauche-Torfkompst | (Stapel V) |
| 4. Torfschnellkompst | (Stapel VI, VII) * |
| 5. Torfgrünpst | (Stapel VIII, IX) |

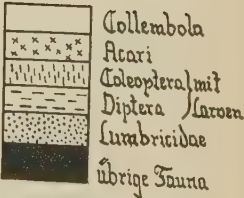
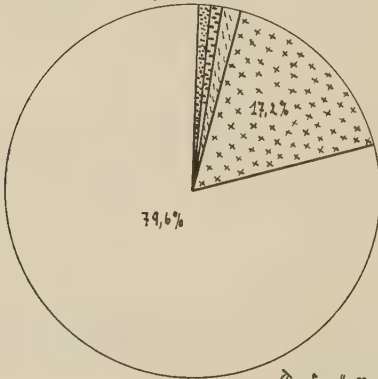
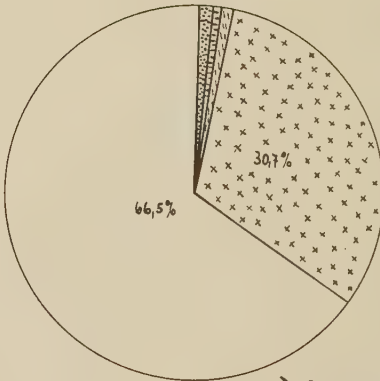
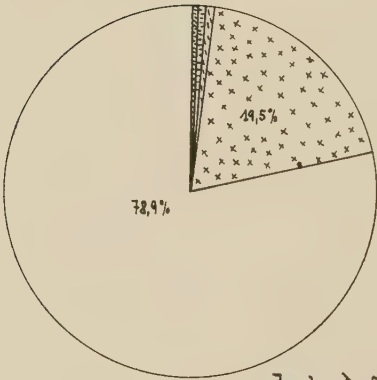
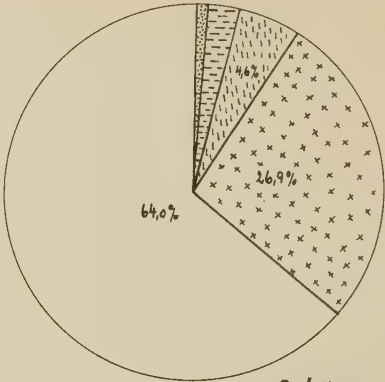
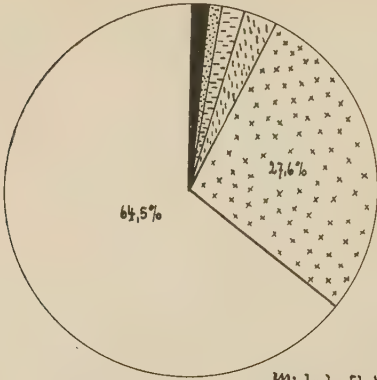
In den folgenden Darlegungen werde ich mich an diese Einteilung halten.

Auf die Abundanz der *Individuen* in der Biosynöcie habe ich bereits im vorausgegangenen Kapitel hingewiesen, so daß nun die wichtigsten *Gruppen* der einzelnen Biotope aus dieser beobachteten Gesamtfaua herausgestellt werden können. Es zeigt sich auch hier (s. folgende Seite) eine Beherrschung des Gesamtbildes durch Collembola und Acari. Alle anderen Gruppen treten demgegenüber weitestgehend in den Hintergrund. Interessant dabei ist, daß der prozentuale Anteil der Apterygoten im Torf größer ist als in den Vergleichsstapeln. In den Stapeln der größten Collembolanhäufungen liegen die Milbenzahlen am niedrigsten, was darauf schließen läßt, daß eine verminderte Zahl von Feinden eine höhere Vermehrungsquote möglich machte (der größte Teil der vorgefundenen Milbenarten verzehrt nach Vitzthum (1941) und Franz (1950 b) vor allem Collembolen, Nematoden und Enchytraeen). Bei den übrigen Gruppen — überraschend auch bei den Lumbricidae — zeigen sich die höchsten prozentualen Anteile bei den Stapeln mit Grünmasse (auch im Torfkompst). Dies tritt noch stärker zutage, wenn man die Larven ohne Imagines in Betracht zieht. Beträgt nämlich bei den Coleoptera das Verhältnis Imagines: Larven im Wirtschaftsdünger 73 : 27%, so ist es im Grünpst (hier unterblieb das kurzfristige Massenaufreten von Trogophloeus pusillus Grav.) 40 : 60%.

Bei dem unter den „Diptera und ihren Larven“ aufgeführten prozentualen Anteil handelt es sich fast ausschließlich um Larven, da bei allen Beobachtungen nur die Individuen gesammelt wurden, die sich tatsächlich im Dünger und Kompst und nicht gerade nur mehr oder weniger zufällig an dessen Oberfläche aufhielten.

* Unter der praxisüblichen Bezeichnung Torfschnellkompst versteht man den mit Mineralien gemischten Torf.

Die wichtigsten Gruppen der Gesamtfäuna und ihr Anteil in den einzelnen Biotopen.



Biotop	1	2	3	4	5
Gesamtzahl der Arten	75	118	21	29	67
Durchschnittliche Individuenzahl der Proben	3667	632	267	375	404

Vergleicht man in obenstehender Tabelle die Artenzahl der einzelnen Biotope mit ihrer jeweiligen Individuendichte, so zeigt sich zunächst einmal, daß der hohen Individuendichte im Wirtschaftsdünger (1) eine verhältnismäßig niedrige Artenzahl gegenübersteht. Im Grünkompost (2), dessen Fauna der des

Die häufigsten Formen

Wirtschaftsdünger:

Grünkompost:

Eisenia foetida (Sav.).

Hypogastrura manubrialis Tullb.

Ceratophysella bengtssoni Agren

Ceratophysella armata (Nic.)

Xenylla welchi Folsom

Proisotoma minuta Tullb.

Isotomina thermophila Ax.

Acrotrichis spec.

Trogophloeus pusillus Grav.

Larven von *Atheta* spec.

Larven von *Platystethus arenarius*

Larven von *Cercyon* spec.

Fourcr.

Larven von *Scatopsidae*

Larven von *Orthocladinae* gen. spec.

gen. spec.

Larven von *Psychodidae*

gen. spec.

Jauche-Torfkompst:

Torfschnellkompost:

Hypogastrura manubrialis

Tullb.

Ceratophysella armata (Nic.)

Larven von *Phaoniinae* gen. spec.

Larven von *Atheta* spec.

Torfgrünkompost:

Eisenia foetida (Sav.).

Ceratophysella armata (Nic.)

Isotoma notabilis Schöff.

Larven von *Atheta* spec.

Larven von *Malachiinae* gen. spec.

Larven von *Empididae* gen. spec.

Bodens bereits wesentlich mehr als der des Düngers ähnelt, liegen die Artenzahlen dagegen von den untersuchten Biotopen am höchsten. Im Torfkompost (3—5) sind die Werte verständlicherweise niedriger, aber auch hier war der Torfgrünkompost (5) derjenige mit höchster Arten- bzw. Individuenzahl.

Was nun die Häufigkeit der einzelnen Arten in den verschiedenen Lebensräumen betrifft — vgl. vorseitig stehende Tabelle —, so ließ sich nur bei *Ceratophysella armata* (Nic.) ein gleichmäßig zahlreiches Vorkommen in allen Biotopen und während des gesamten Rotteprozesses beobachten. Daneben ergaben sich bei den Collembolen geringe Unterschiede; im allgemeinen polyphag (Schaller, 1950, Paclt, 1957) machten die meisten von ihnen zwischen den verschiedenen Stapeln kaum Unterschiede.

Alle mehr oder weniger wohl habitatfremden Arten traten im Wirtschaftsdünger nur selten, viel häufiger aber im Kompost auf. Auch damit zeigte sich der Übergang dieses Biotops zum Lebensraum des Humus. Aus den gleichzeitig in der Zoologischen Staatssammlung München laufenden Untersuchungen der Wiesenböden im nahe gelegenen Nymphenburger Parkgelände (Leuthold) ergab sich wohl eine weitgehende Übereinstimmung der Ordnungen, jedoch ein völliges Auseinandergehen der Arten, ja meist sogar der Familien. Unter den Bewohnern des Wirtschaftsdüngers und Kompostes waren z. B. bei den Collembolen die Hypogastruridae die häufigsten Vertreter, in nahegelegenen Wiesenböden fehlten diese vollständig.

Die zahlreichen Funde von *Eisenia foetida* (Sav.) im Wirtschaftsdünger waren selbstverständlich, überraschenderweise aber war sie auch im (Torf-) Grünkompost die häufigste Lumbricidenart, hinter der alle anderen weit zurücktraten. *Dendrobaena rubida subrubicunda* (Sav.) und *Lumbricus rubellus* Hoffm. sind weitere Besiedler von Dünger und Kompost. Die Ordnungen Isopoda, Aranea, Homoptera, Hymenoptera sind durch Einzeltiere vertreten, in Kapitel III sind sie nur der Vollständigkeit halber ebenso wie die Schnecken erwähnt. Die Vielzahl von ihnen dürfte mit abgestochener Rasenerde, Gartenabfällen oder anderen Beimischungen in den Stapel gelangt sein. Bei der qualitativen Beurteilung der Acari bestanden die bereits erwähnten Schwierigkeiten. Parasitidae, Uropodidae, Tyroglyphidae sowie die Glycyphagidae stellten im Wirtschaftsdünger und Kompost die meisten Vertreter. Ein ausdrückliches Gebundensein an einen bestimmten Standort oder eine einzelne Verrottungsphase wurde in der beobachteten Synöcie bei keiner Milbenart festgestellt. An Zahl übertrafen die Deutonymphen die Protonymphen und adulten Tiere weit. Als häufigste Form seien *Parasitus coleopratorum* L., *Parasitus lunaris* (Berlese), *Eugamasus spec.*, *Pergamasus spec.*, *Macro-*

cheles spec., *Uropoda orbicularis* OF Müller, *Urosternella* (*Urocyclella*) *fimicola* Berlese, *Tyrophagus brauni* Türk, *Caloglyphus berlesei* (Michael) und *Glycyphagus domesticus* (de Geer) hervorgehoben. *Tyrophagus brauni* Türk wurde bisher vom Autor dieser Art nur in Pilzkulturen beobachtet, die Art ist sicherlich zumindestens auch im Wirtschaftsdünger gar nicht selten. Die Literaturangaben über die von mir beobachteten Milbenarten lassen bei der noch stark „in Fluß“ befindlichen Systematik, die laufend zu neuen Erkenntnissen und nomenklatorischen Änderungen Anlaß gibt, betreffs geographischer Verbreitung sehr schwer irgendwelche Schlüsse zu, inwieweit diese oder jene Art tatsächlich im Untersuchungsgebiet erstmalig gesammelt wurde.

Diplopoda sind ebenso wie die Chilopoda keine häufigen, aber wohl regelmäßige Kompostbewohner. Hierzu gehören *Brachydesmus superus* Latzel, *Cylindroiulus latestriatus* (Curtis) und gewiß auch *Cylindroiulus teutonicus* (Pocock). Unter den Chilopoda sind *Necrophloeophagus longicornis* (Leach), *Lithobius forficatus* (L.) und *Lithobius duboscqui* Brölemann sicherlich Stallmist- bzw. Kompostbewohner. Bei letztgenannter Art handelte es sich um einen Neufund für Süddeutschland.

Die Collembolen wurden bereits erwähnt. Franz (1950b) und G. Gisin (1952) haben sich mit der Verbreitung dieser Ordnung im Kompost ja bereits ausführlicher befaßt, so daß es nur noch meine Aufgabe sein kann, die unterschiedlichen Ergebnisse herauszustellen. So ist m. E. auffällig, das z. B. *Folsomia multiseta* Stach von Franz gar nicht erwähnt, von mir nur in einem Exemplar, von G. Gisin aber sehr zahlreich gefunden wurde. *Folsomia quadriculata* (Tullb.) — in den Funden von Franz ebenfalls fehlend — wurde von mir zahlreicher gefunden, während G. Gisin in einem Versuch feststellte, daß diese Art wohl Tannennadelkompost besiedelte, aber in den nebengelegenen Blattkompost nicht einwanderte. Ich möchte aber auch diese *Folsomia quadriculata* (Tullb.) als nicht seltenen Kompostbewohner (im Wirtschaftsdünger aber fehlend) bezeichnen. *Xenylla welchi* Folsom wurde von mir im Wirtschaftsdünger häufig gefunden, nach Gisin (1952) tritt sie auch im Kompost auf. *Spinisotoma stachi* Denis wurde von mir ebenfalls im Kompost zahlreicher beobachtet, fehlte aber immer im Wirtschaftsdünger. *Hypogastrura vernalis* (Carl), von Franz und Gisin noch nicht erwähnt, wurde von von Törne (1957) in Versuchskomposten in Großbeeren inzwischen ebenfalls gefunden. Diese Art dürfte jedoch nicht sehr häufig in diesen Biotop zu finden sein, ebenso *Onychiurus fimetarius* Stach, der bei Franz ebenfalls nicht genannt wird. Beide Spezies aber sind m. E. als Kompostbewohner zu werten, *Folsomia fimetaria* L. fanden Franz und H. Gisin (1943) nur im Mist, die von mir gesammelten rund 200 Exemplare stammen aus dem (Torf-)Grünkompost. Bei *Folsomia candida* Stach und *Pseudosinella alba*

(Packard) stimmen meine Beobachtungen mit denen von G. Gisin überein, die bei Franz fehlenden Arten sind sicherlich im Kompost (erstere Art häufig und auch im Wirtschaftsdünger) zu Hause. Schließlich möchte ich noch meine zahlreichen Funde von *Heteromurus nitidus* (Templeton) hervorheben. Diese Art, bisher unter faulenden Blättern gefunden, beobachtete ich in über 140 Exemplaren im Torfkompost in dessen erster Lagerungszeit. Bei allen unterschiedlichen Angaben zu Franz und Gisin halte ich die *geographischen* Unterschiede für nicht entscheidend. Viel eher dürfte die verschiedene *Kompostierungstechnik* und wohl auch die Tatsache ausschlaggebend sein, daß eine vollständige Erfassung kaum möglich ist; dadurch aber ist wohl auch erneut die Notwendigkeit der *Vielzahl* derartiger Beobachtungen erwiesen.

Wenn auch noch nicht speziell auf Wirtschaftsdünger und Kompost bezogen, so sind die Habitate der Coleoptera jedoch durchweg gut erforscht. Die vielen Einzelfunde von mir ergeben kein klares Bild über ein tatsächliches Standortgebundensein. Aus Literaturangaben aber konnte ich ersehen, daß fast alle von mir gefundenen Arten bereits andersorts auch in diesen Biotopen beobachtet wurden. Von *Cartodere filum* Aubé und *Corticaria fulva* Comolli, zwei Lathridiidae-Arten, sind allerdings noch keine Funde im Stallmist erwähnt; ich glaube aber, daß diese Arten in diesem Biotop ebenfalls gar nicht so selten sind. Gleiches gilt für *Hylurgops palliatus* Gyll. im Kompost. Als ein typischer Bewohner unverrotteten Stallmistes gilt *Bohemiellina paradoxa* Mach., auch von Franz (1950b) wurde sie dort gefunden, meine drei Tiere sind Neufunde für Süddeutschland. Ebenfalls erst seit kurzem neu für diesen Raum bekannt ist *Meotica Marchii* Dod. (kurz vor mir von Hüther, München, gefunden).

Noch mangelhaft sind unsere Kenntnisse der einzelnen Coleopteren- und Dipterenlarven in diesem Lebensraum. Im Rahmen dieser Arbeit, die erst einmal eine allgemeine Inventarisierung und möglichst weitgehende Herausstellung der Zusammenhänge bringen mußte, war es nicht möglich, auch noch umfangreiche Zuchtversuche vorzunehmen. Flachs (1943) unternahm solche bei zahlreichen Dipterenlarven im Stallmist — aber nicht im Kompost —, bei den Coleopterenlarven ist dies m. W. noch nicht geschehen. Hier weitere Erkenntnisse zu sammeln, wäre sicherlich nicht nur interessant, sondern auch äußerst wichtig. Eine Determination, die meist nur bis zur Gattung oder Unterfamilie möglich war, kann auch ökologisch selbstverständlich nur in geringem Maße verwertet werden. Ebenso wie bei den Imagines herrschten auch bei den Käferlarven verständlicherweise die Staphylinidae vor, wobei aber bei der Gattung *Atheta* die große Zahl der Larven in allen Biotopen auffällt. Gerade bei dieser Gattung wäre eine Zucht sehr interessant. Herr Dr. van Emden als Determinator fand eine Form, bei der das 3. Fühlerglied

schwarz ist (in der Aufstellung Kap. III als *Atheta spec. A* bezeichnet) und dadurch mit den weißen Tieren kontrastiert. Interessant ist vielleicht auch noch, daß die *Oxypodalarven* genau wie die *Imagines* von mir nur im Kompost und niemals im Wirtschaftsdünger beobachtet wurden. Im Gegensatz dazu kann man wohl *Platystethus arenarius* Fourcr. als typischen Düngerbewohner bezeichnen, denn auch die Larven — in viel größerer Zahl als die *Imagines* beobachtet — bevorzugten diesen Biotop. Ebenfalls nur im Wirtschaftsdünger beobachtete ich *Imagines* und Larven von *Aphodius* (im besonderen *A. fimetarius* L.). Ähnliche Parallelen ließen sich leider bei den Dipterenlarven zu ihren *Imagines* nicht ziehen, da die Fliegen wohl sehr zahlreich die Düngerstätten umfliegen und sich auf ihnen niederlassen, aber fast kaum im Stapel auftreten. Auch bei den Larven der Diptera ist eine ziemliche Eintönigkeit deutlich erkennbar gewesen. Auffallend ist ihre Abneigung gegenüber Torfkompost (von 1143 Exemplaren stammen nur 26 aus diesem Lebensraum). Die ansonst zahlreichen Vertreter der *Scatopsidae*, *Cecidomiidae*, *Lycoriidae*, *Psychodidae*, *Drosophilidae* und von *Forcipomyia* fehlen hier ganz, und von den 503 *Orthoclaadiinae* fand ich nur 1 Exemplar im Torfgrünkompost. Letztere waren in bereits gut verrottetem Stallmist sehr zahlreich und fehlten auch im Kompost nicht, wo sie m. W. noch nicht beobachtet wurden. Im Kompost waren die Larven der *Scatopsidae* sowie der *Psychodidae* die häufigsten Formen, und die *Phaoniinae* traten im Jauche-Torfkompost aus ihrer Ordnung am meisten hervor. Für die *Lycoriidae* müssen im Wirtschaftsdünger (Stapel I) besonders zusagende Bedingungen geherrscht haben, denn, wie Brauns schriftlich mitteilte, hatten die Larven hier richtiggehend „Fett“ angesetzt.

Sind mit diesen Aufzeichnungen und aus Kapitel III die „Leitformen“, also jene Arten, die in den einzelnen Biotopen mehr oder weniger regelmäßig und meist auch in größerer Zahl aufgetreten sind, herausgestellt, so ist verständlicherweise die Frage nach ausgesprochenen *Charaktertieren*, unter denen ich stenotope Bewohner des Wirtschaftsdüngers bzw. des Kompostes verstehe, wesentlich schwieriger zu beantworten (s. Tabelle nächste Seite). Zeigt sich dies doch schon bei dem Düngerregenwurm *Eisenia foetida* (Sav.), der auch andere Fäulnisherde zahlreich besiedelt! Diese Aufstellung ließe sich sicherlich noch wesentlich erweitern; ich unterließ aber eine Nennung weiterer Formen, bei denen ich mir nicht ganz sicher über ihre Verbreitung war. Alle *Collembolen* dieser Biosynöcie sind auffallenderweise sämtlich eurytop, nur *Hypogastrura manubrialis* Tullb. könnte man allenfalls noch als ein Charaktertier dieses Lebensraumes bezeichnen.

Von einer Aufstellung von Biocoenosen der einzelnen Biotope wurde mit voller Absicht abgesehen. Eine solche kann m. E. erst dann ausgeführt wer-

den, wenn die Biologie und Ökologie der Coleopteren- sowie der Dipterenlarven näher bekannt und die Milbensystematik weiter geklärt ist.

Charaktertiere des untersuchten Lebensraumes

- Lumbric.: *Eisenia foetida* (Sav.)
Dendrobaena rubida subrubicunda (Sav.).
- Acari: *Parasitus lunaris* (Berlese)
Caloglyphus polyphyllae Zachv.
- Coleopt.: *Cercyon quisquilius* L.
Cercyon atricapillus Mrsh.
Oxytelus sculptus Grav.
Platystethus arenarius Fourcr. (und seine Larven)
Lithocharis nicriceps Kr.
Leptacinus parumpunctatus Gyll.
Philonthus rectangulus Sharp.
Philonthus albipes Grav.
Philonthus fimetarius Grav.
Bohemilina paradoxa Mach.
Aphodius fimetarius L.
Larven von *Oxytelus* spec.
Larven von *Xantholinus* spec.
- Dipt.: Larven von *Cecidomyiidae* gen. spec.
Larven von *Lycoriidae* gen. spec.
Larven von *Forcipomyia* spec.
Coprophila ferruginata Stenh. (nur im Wirtschaftsdünger).

V. Ökologischer Teil

a) Einfluß des Materials und seiner Zusätze

Das Organismenleben entfaltet sich in den Hohlräumen des Substrates, Art und Zusammensetzung des Materials sind daher von entscheidender Bedeutung für die Besiedlung und den Rotteverlauf des Kompostes. Bei meinen Untersuchungen führte ich deshalb zur Erkennung dieser Zusammenhänge Parallelversuche unter gleichen Lagerungs- und Witterungsbedingungen durch. In der ersten Versuchsreihe stellte ich zunächst einmal jeweils zwei Stapel

(I und II mit Wirtschaftsdünger, III und IV mit Grünmasse) mit fast gleicher Zusammensetzung gegenüber um zu erkennen, inwieweit sich auch hier Unterschiede ergeben. Es handelte sich um die land- und gartenwirtschaftlich wohl am häufigsten angewandten Verfahren. Dabei zeigte sich, daß der Wirtschaftsdünger nicht nur am raschesten, sondern auch von allen Individuengruppen am besten besiedelt war (vgl. Tabelle auf dieser Seite). Durch die Duftstoffe wird die Fauna stärker angezogen und auch die leichtere Angreifbarkeit des Wirtschaftsdüngers dürfte den Ausschlag für eine intensivere Besiedlung geben. Das zweifelsohne größere Hohlraumvolumen bei Gartenabfallkomposten konnte diese Vorteile also nicht ausgleichen. Nehme ich den ein Jahr später auch in seinen Ausmaßen und dem Zeitpunkt der Anlage noch günstiger aufgesetzten Stapel X vergleichend hinzu, so besteht, auf Grund

*Individuendichte im Wirtschaftsdünger
(Stapel I) bzw. im Kompost (Stapel III)*

Proben von 1000 ccm

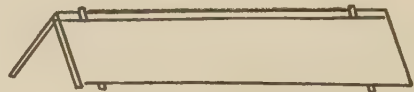
	Wirtschaftsdünger	Kompost
nach 5—7 Wochen	3616	426
nach 22—24 Wochen	1273 (x)	520
nach 31 Wochen	3269	1034

Anm.: (x) Im März nach kalter Witterungsperiode.

der Ergebnisse*) kein Zweifel, daß Stallmist das ideale Nährsubstrat der Dünger- und Kompostfauna darstellt; die Humifizierung war durch die größere Zahl der an der Zersetzung beteiligten Kleintierwelt stets weiter vorangeschritten als in den Vergleichsstapeln. Doch nicht nur in der Gesamtindividuellendichte lassen sich klare Unterschiede herausstellen, es zeigt sich auch, daß besonders die Lumbricidae und Collembola hier die höchste Vermehrungsquote aufzuweisen haben. Unter den Dipterenlarven in diesem Substrat scheinen besonders die Lycoriidae außerordentlich günstige Lebensbedingungen vorgefunden zu haben (vgl. S. 41). Natürlich stieg mit der Zahl der Individuen auch die der meist räuberisch lebenden Parasitiformes (Leitner, 1946). Während die Zusätze von Basaltmehl, Kalk, Hornmehl oder Hornspänen zweifelsohne dem Rotteprozeß und später den Pflanzen allgemein zu Gute

*) (nach 5 Wochen 16170 Individuen, nach 11 Wochen 11408 Individuen nach 27 Wochen 3649 Individuen)

kommen, sind sie für die Tierwelt im Stapel sicherlich kaum von größerer Bedeutung. Dies geht deutlich aus der Tatsache hervor, daß die Individuendichte und die Artenzusammensetzung keine Unterschiede aufwies. Über die Wirkung der Zugabe von Baldrian, Schafgarbe usw. auf die Tierwelt läßt sich noch kein klares Urteil fällen, da von den diesbezüglichen 3 Parallelversuchen zwei günstig und einer negativ verliefen. Zu groß sind bei derartig homöopathischen Dosierungen die Möglichkeiten der anderweitigen Beeinflussung, so daß erst weitere Versuche ein Urteil zulassen würden. Die Frage, inwieweit verwendetes Streumaterial die Zusammensetzung der Tiergemeinschaft ändert, ließ ich außer Betracht, da Franz (1950 b) festgestellt hatte, daß eine Änderung nicht besteht. Stapel IV unterschied sich von den anderen Versuchen noch dadurch, daß am Boden zur Belüftung ein durch den Stapel in seiner Längsrichtung führendes Bretterdreieck eingelegt worden war. Wohl waren dadurch die Temperaturen anfangs höher und in der kälteren Jahreszeit niedriger (im Winter wurde der Belüftungskanal entfernt) als anderenorts, faunistisch jedoch ließen sich weder quantitativ noch qualitativ Unterschiede feststellen.



In der zweiten Versuchsreihe im folgenden Jahr galt meine Beobachtung in erster Linie verschiedenen Möglichkeiten der Torfkompostierung. Hierbei handelte es sich um Raublinger Hochmoortorf, der wenig zersetzt noch deutlich die Struktur der Pflanzenreste (*Eriophorum*, *Sphagnum*, etwas *Scheuchzeria*) erkennen ließ; er ist mit nur 0,13% ausgesprochen kalkarm (Penningsfeld, 1952, u. a.). Torfmull und Mischstreutorf zeigten keine bemerkenswerten Unterschiede. Beide bleiben natürlich zunächst einmal Bodenverbesserungsmittel; doch Zusätze, in erprobter Menge beigegeben, werden in lockerer Form gebunden und ergeben mit dem Torf zusammen schließlich einen nährstoffreichen Kompost. Eine Zersetzung findet also hier nicht mehr statt, und die Frage lag nahe, inwieweit derartige Komposte überhaupt besiedelt werden. Es zeigte sich nun, daß der fast völlig individuenfrei auf die Lagerstätte gekommene Torf nach Beimischung der entsprechenden Zusätze in zunehmenden Maße besiedelt wurde. Die Individuendichte — mit der vom Wirtschaftsdünger und Kompost natürlich nicht vergleichbar — zeigte in allen Torfstapeln mit Ausnahme des Stapels V ein sehr ähnliches Bild (Stapel V, der in seinen Ausmaßen für die Jahreszeit zu klein angelegt war, hatte zudem einen viel zu geringen Jauchezusatz erhalten). Der Stickstoffgehalt

war überall sehr hoch. Lumbricidae fehlen in den Torfkomposten im allgemeinen, wenn sie nicht wie im Versuch VIII und IX mit dem Fertigkompost in den Stapel gelangten. Artenmäßig entsprach allerdings sonst die Fauna bereits einem Übergang Kompost-/Bodenfauna, was durch den fortgeschrittenen Verrottungsgrad des Materials verständlich wird.

In diesem Zusammenhang möchte ich zum Schluß noch kurz die Erd- und Laubabdeckung im Winter erwähnen (über ihre große Bedeutung für die Fortsetzung des Rotteprozesses auch in der kälteren Jahreszeit wird später noch zu sprechen sein). Mit diesen Zusätzen werden dem Stapel nicht nur erneut Kleinlebewesen zugeführt, sondern durch das Laub wird zugleich auch neue Nahrung angeboten. Auf die verschiedene Zersetzbarkeit des Laubes (Eichen- und Birkenblätter werden z. B. besonders langsam zersetzt) ist natürlich besonders zu achten. Auch in diesem Falle ist es ratsam, der Kleintierlebewelt möglichst leicht abbaufähige Nahrung anzubieten.

b) *Nahrung*

Wohl kaum ein Lebensraum bietet tierischen Organismen ein solch reiches Nahrungsangebot wie Wirtschaftsdünger und Kompost. Dieses Optimum, das in erster Linie zu dem Individuenreichtum im Stapel beiträgt, ist von einer raschen Folge chemischer Zersetzungs Vorgänge begleitet. Nur ein kleiner Teil der Lebewesen vermag sich diesen extremen Lebensbedingungen anzupassen, so daß wohl die Individuendichte groß, die Artenzahl jedoch verhältnismäßig gering ist. Meist handelt es sich hierbei um sapro-/coprophage Arten, die das Material zerkleinern und während der Verdauungsvorgänge zu humosen Stoffen anreichern. Die Exkreme werden dann von Kleintieren, Bakterien und Pilzen nochmals weiter humifiziert. Sieht man von der seit über 100 Jahren anerkannten Arbeitsleistung der größeren Formen (Lumbricidae) ab, so können auch die kleineren Tiere (Collembola, Enchytraeidae, Dipterenlarven, Diplopoda und einige Coleoptalarven) durch ihre *große* Zahl zu den wertvollen Humusbereitern gezählt werden, Untersuchungen von Schaller (1950) ergaben z. B., daß 100 000 Collembolen pro qm Bodenfläche im Laufe eines Jahres rund 183 ccm Humus ablagern. Ja selbst Räuber, wie die meisten Käfer und ihre Larven werden zu Produzenten wertvoller coprogener Humuselemente.

Die Ernährungsweise auch nur einiger der gefundenen Arten zu untersuchen, lag nicht im Aufgabengebiet der vorliegenden Arbeit. Im Schrifttum (Leitner, 1946, Franz, 1950 b, Kühnelt 1950, Brauns 1954 a u. a.) finden sich verstreute Angaben. Mit Hilfe dieser Hinweise ist es möglich, die wesentlichen Faktoren kurz zu umreißen.

In erster Linie ist *Eisenia foetida* (Sav.) zu erwähnen, die fast ausschließlich im Dünger zu finden ist und deren Leistungen bei der Humifizierung des Stallmistes außerordentlich groß sind. Neben ihr sind die Enchytraeen und anderen Lumbriciden vor allem saprophag, *Lumbricus rubellus* sogar ausschließlich. Auch die große Zahl der Collembolen (*Hypogasturidae* und *Onychiurus* sind daneben meist auch mycetophag), *Diplopoda* und *Gastropoda* müssen hierzu gerechnet werden. Unter den im Wirtschaftsdünger und Kompost vorkommenden Dipterenlarven ist die Mehrzahl phytosapro- und auch coprophag, unter den Coleoptera mit ihren Larven sind einige Vertreter der Gattungen *Xantholinus*, *Philonthus*, *Oxytelus*, *Trogophloeus*, *Atheta*, *Acrotrichis* und *Aphodius* sapro- bzw. coprophag. Wie meistens im Tierreich, so ist auch hier im Kompost bei einer so großen Individuendichte die Zahl der Räuber ebenfalls nicht gering. Besonders unter den Käfern und ihren Larven sind viele räuberische Formen zu finden, ferner sind es alle Chilopoden, und unter den Acari machen auch nur die saprophagen *Uropodidae* sowie die meist sapro-mycetophagen *Tyroglyphidae* eine Ausnahme. Auch einige Dipterenlarven, wie die Larven der *Rhagionidae*, *Empididae*, *Dolichopodidae* und die *Cecidomyiidae* stellen den wertvollen Humusbereitern im Stapel nach. Als Nahrung kommen meist kleine Würmer, Poduriden und kleine Insektenlarven in Betracht. Und so steht also dem reichen Nahrungsangebot und der raschen Entwicklung der Organismen auf der einen Seite, eine starke Verminderung der aufbereitenden Organismen durch die große Zahl räuberischer Formen gegenüber.

In der zweiten Versuchsreihe war es erfreulicherweise auch möglich, den Glühverlust bestimmen zu lassen und so die organischen Nährstoffe in den verschiedenen Torfstapeln herauszustellen.

Glühverlust.

	nach $\frac{1}{2}$ monatiger	4 monatiger Lagerzeit
Stapel V	75,9%	75,1%
Stapel VI	77,4%	76,0%
Stapel VII	72,6%	74,1%
Stapel VIII	69,7%	70,3%
Stapel IX	77,2%	75,7%

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß sich weder zeitlich noch innerhalb der verschiedenen Stapel größere Unterschiede ergeben haben.

c) Temperatur

Temperatur und Feuchtigkeit sind die zwei wichtigsten ökologischen Faktoren in jedem Lebensraum. Während nun aber die Feuchtigkeitsverhältnisse im untersuchten Substrat — sieht man von den größeren Schwankungen bis 15 cm Stapeltiefe ab — während der gesamten Versuchsdauer verhältnismäßig gleich und als günstig beurteilt werden konnten, bedingten die starken Temperaturen zu Beginn eines jeden Rotteprozesses und nach dem Umsetzen der Stapel eine starke Anpassung an diese extremen Lebensbedingungen und trugen dazu bei, daß von seinen Bewohnern eine hohe ökologische Valenz gefordert wurde.

Wie soeben kurz erwähnt, sind die äußersten Schichten des Stapels den stärksten Schwankungen ausgesetzt, da hier die klimatischen Umwelteinflüsse noch besonders intensiv einwirken. Wie rasch und wie weit sich diese nach der Tiefe zu fortsetzen, hängt vor allem vom Porenvolumen des Substrates, von seinem Wassergehalt und seiner Wärmeleitfähigkeit ab. Besonders stark von den Außenbedingungen abhängig zeigt sich mit seiner lockeren Lagerung, seiner Trockenheit und seiner geringen Leitfähigkeit der Torfkompost; für die Praxis ist dies ein Hinweis, *diese Kompostierungsart nur in den wärmeren Monaten durchzuführen*. Andererseits beobachtete ich jedoch immer wieder, daß eine solche — stark beeinflusste — Außenschicht selten über eine Stapeltiefe von 15 cm hinausreicht. Ist diese in den wärmeren Jahreszeiten, also auch zum Zeitpunkt laufender Neubesiedlung, die am dichtesten besiedelte Zone, so ziehen sich die Individuen in den kälteren Wintermonaten sehr rasch in tiefere Regionen zurück (siehe Tabelle Seite 48). Die Coleopteren und ihre Larven sowie auch die Dipterenlarven scheinen dabei erst bei niedrigsten Stapeltemperaturen durch Vertikalwanderungen diesen Verhältnissen sich zu entziehen, sie verbleiben nämlich weit länger in den äußersten Schichten. Diese größere Kälteresistenz der Insektenlarven ist nach Cameron auf eine stärkere Konzentration der Körpersäfte zurückzuführen (Schaerffenberg, 1939).

Soweit aus den verhältnismäßig geringen Literaturangaben zu ersehen ist, haben Praeferenzversuche ergeben, daß fast alle Tiergruppen an verhältnismäßig *enge* Temperaturgrenzen gebunden sind. Sie variieren nicht nur bei einzelnen Arten, sondern sind von der Herkunft der Tiere, ihrem Entwicklungsstadium und ihrem physiologischen Zustand abhängig (Herter, 1925). Im Rotteprozeß ist dabei die größere Kälteempfindlichkeit der Tiere ohne große Bedeutung, da Kältegrade bei vernünftiger Stapelung in diesen Biotopen nur in den seltensten Fällen auftreten. Bei geringerer Empfindlichkeit der meisten Organismen nach der maximalen Grenze hin werden aber dennoch Temperaturen von über $+ 35^{\circ}\text{C}$ — wie sie in den Stapel ja gar nicht so sel-

ten sind — nur schlecht noch vertragen. So beobachtete Herter (1925), daß *Eisenia foetida* Temperaturen bis $+30^{\circ}\text{C}$ gut vertrug, bis $+18^{\circ}\text{C}$ Eier legte, bei $+33^{\circ}/+34^{\circ}\text{C}$ aber in kühlere Regionen auswich. Agrell (1941), der sich sehr intensiv mit diesen Fragen bei den Collembolen beschäftigte, beobachtete eine Wärmestarre zwischen $+34^{\circ}\text{C}$ und $+40^{\circ}\text{C}$, schließt aber auch eine Gewöhnung an höhere Temperaturen nicht aus. Käferlarven wurden bei $+23^{\circ}\text{C}$ in Hamiltons Versuchen inaktiv (Frenzel, 1936). Im Gegensatz zu anderen Kompostierungsverfahren — ich denke hier vor allem an die Stadtmüllkompostierung, wo am Rotteprozeß vorwiegend (thermophile) Bakterien beteiligt sind — ist es in der garten- und landwirtschaftlichen Kompostierungspraxis also keineswegs ratsam, einen Temperaturgang von über 35°C über die ersten Tage nach der Stapelung hinaus noch zu fördern.

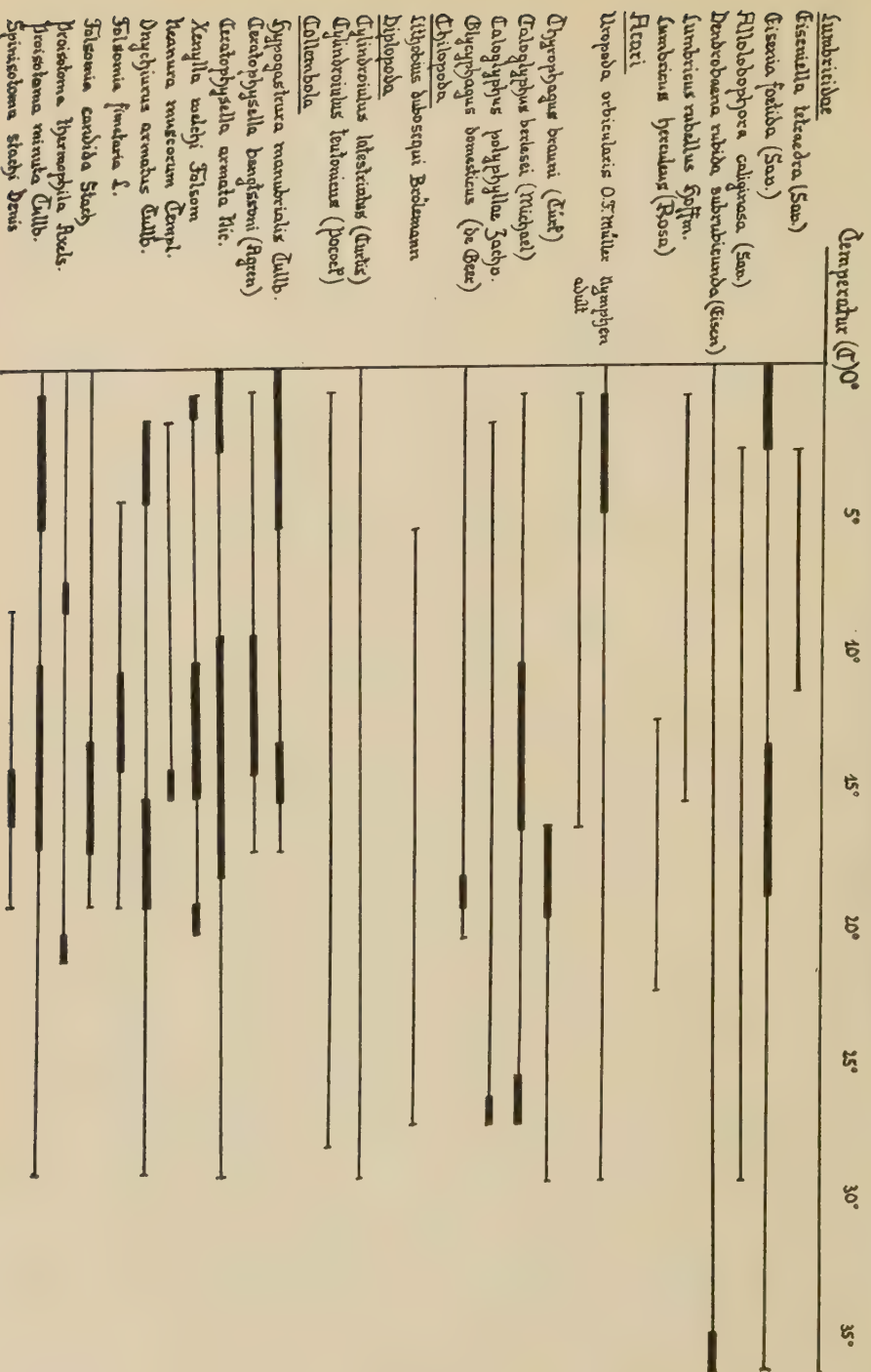


Bei meinen Versuchen waren — wie in Kap. II d bereits kurz angegeben wurde — diese Voraussetzungen für eine günstige Entwicklung — allerdings in herbst- und winterlicher Zeit — wohl grundsätzlich gegeben. Im Torfkompost lagen selbst in Stapelmitte die Temperaturen nicht über $+30^{\circ}\text{C}$ und

auch im Stallmist waren solche um $+ 40^{\circ}\text{C}$ Maximalwerte, die nach 5 wöchiger Lagerzeit stets auf unter $+ 30^{\circ}\text{C}$ abgesunken waren. In den anderen Komposten lagen die Maximalwerte zwar über $+ 60^{\circ}\text{C}$, sie sanken hier jedoch besonders rasch ab und lagen nach 2 Wochen ebenfalls stets unter $+ 30^{\circ}\text{C}$. Damit herrschten über die längste Dauer der einzelnen Rotteprozesse den Individuen zusagende Bedingungen, und es erfolgte keine „Verbrennung“ der Pflanzenmassen und der anderen Bestandteile des Substrates — die erste Voraussetzung für eine reiche Entfaltung der Kleinlebewelt und für eine richtige Humifizierung.

In der nun folgenden — umseitigen — Aufstellung habe ich die von mir zahlreicher gefundenen Arten noch einmal zusammengestellt und dabei die Temperaturbereiche aufgezeichnet, in denen ich sie bei meinen Versuchen beobachtete. Sicherlich steht die Anpassung an die gegebenen Möglichkeiten im Vordergrund, es steht aber doch fest, daß innerhalb der Stapel von den Individuen jene Orte aufgesucht werden, die unter diesen Bedingungen — hier einmal bei Außerachtlassung anderer wichtiger Faktoren — die günstigsten sind, ohne daß ich mit meinen Aufzeichnungen die Optimal- oder Grenzwerte der einzelnen Arten — dies ist nur im Laboratorium möglich — ausdrücken kann; es kann sich hier also nur um einen Beitrag zu diesen Fragen handeln. In den Tabellen wurde der Temperaturbereich mit Längsstrichen dargestellt. Ihre Verstärkungen bedeuten eine besondere Individuenanhäufung innerhalb der gesamten Beobachtungszeit. Die Tatsache, daß sich zuweilen mehrere Dichtestreifen innerhalb einer Längsline finden, dürfte wahrscheinlich besagen, daß die Grenzen besonders günstiger Lebensbedingungen weiter begrenzt sind oder saisonell auseinanderliegen. Es zeigt sich, daß die Collem-bolen auch von mir nur selten in Temperaturbereichen über 20°C beobachtet wurden und dann auch nur stets in sehr geringer Zahl. Ich sehe hierin auch einen Grund, weshalb sie anfangs des Rotteprozesses nur selten im Stapel zu finden sind. G. Gisin (1952) und auch Agrell (1941) haben bei ihren Untersuchungen bereits diese oder jene Art als charakteristisch für einzelne Klimabereiche herausgestellt. Bei *Hypogastrura manubrialis* Tullb., *Ceratophysella bengtssoni* (Agren) und *Isotoma tigrina* Nic. zeigten auch meine Beobachtungen im Stallmist und Kompost, daß es sich hier um ausgesprochene Winterarten handelt. Auch die Behauptung, daß *Folsomia quadrioculata* (Tullb.) xerotherme Temperaturen meidet (Schaller, 1950 u. a.) wurde durch meine Funde bestätigt. Das Maximum lag in diesem Fall bei $+ 11^{\circ}\text{C}$, ich unterließ eine Nominierung in meiner Aufstellung, weil die Zahl der von mir gefundenen Tiere nicht sehr groß war. Das Gleiche gilt für *Isotoma olivacea* Tullb., die als sehr kälteresistent gilt; ich fand sie in meinen Versuchsstapeln nur während der kälteren Jahreszeit. Dabei werden nach Untersuchungen von G. Gi-

Die Temperaturverläufe der häufiger gefundenen Arten (I.)



Die Temperaturbereiche der häufiger gefundenen Arten (I).

Temperatur (C) 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35°

Isotoma robustilis Schiffer

Isotoma ligata Nic.

Isotomurus pelutris (Müller)

Lepidocyrtus cyrenus Reuter

Helicovermus nitidus (Crempl)

Colleptera

Cerogen quisquilus L.

Cerogen analis Payk.

Crotophloeus pusillus Grav.

Dactelus rugosus F.

Platystichus arenarius Fourc.

Xantholinus angustatus Steph.

Caridacus filum Rubi

Corticaria fulva Germelli

Mirus Fur L.

Dryomus silestis Scop.

Colopterenlarven

Cerogen spec.

Crotophloeus (pusillus Grav. ?)

Platystichus arenarius Fourc.

Rhipeta spec.

Diptera

Elachisoma aterima Halld.

Coprophila ferruginata Steud.

Dipterenlarven

Fam. Scatopsidae

Fam. Lycoridæ

Fam. Psychodidae

Orthocentridae gen. spec.

Fam. Muscidae

sin (1952) den Tieren nicht so stark die Wärme zum Verhängnis, sondern eher die sommerlichen mikrobiellen Umsetzungen im Kompost. Die Lumbriciden fanden sich dagegen auch an Orten höherer Temperatur und zwar nicht nur der als wärmebedürftig bekannte Düngewurm *Eisenia foetida* (Sav.) sondern auch *Dendrobaena rubida subrubicunda* (Eisen). Auch die Acari zeichnen sich durch eine große ökologische Valenz aus, bereits bei höheren Anfangstemperaturen besiedeln sie die Stapel, und das Optimum liegt hier durchwegs höher als bei der nach ihnen zahlreichsten Tiergruppe, den Collembolen. Bei allen Werten ist noch in Betracht zu ziehen, daß es sich bei der Vielzahl der Funde um Jungtiere bzw. Nymphen handelte; die Entwicklung geht bei derart günstigen Lebensbedingungen rascher als in anderen Biotopen vor sich. Bei den Käfern und ihren Larven sind unter meinen Funden die Cercyon-Arten und *Trogophloeus pusillus* Grav. weit weniger hitzeempfindlich als die anderen Arten dieser Ordnung.

Wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, ist im Winter eine starke Verminderung der Individuendichte in allen Stapeln erkennbar. Hier spielen die Umwelttemperaturen eine entscheidende Rolle, denn je kleiner die Stapel waren, je geringer die Isolierung — Erd- und Laubabdeckung — nach außen hin erfolgte, desto stärker war der Rückgang spürbar. So hatte z. B. der Versuchsstapel V mit einem Stapelgewicht von 1200 kg und entsprechend kleiner Fläche (4,40 x 1,70 x 0,85 m) in der wärmeren Jahreszeit einen für Torf recht guten Individuenbesatz, die quantitativen Werte aber gingen mit Wintereinbruch zurück, und die Besatzdichte war dann die geringste aller Torfstapel, die sonst ein Stapelgewicht von 2085 kg bzw. sogar von 3160 kg hatten; die teilweise verschiedene Beimischung war für diese Unterschiede keineswegs entscheidend. Ein noch besseres Beispiel aber scheint mir der Stapel X zu geben, der im Gegensatz zum Vorjahrsversuch (Stapel I mit völlig gleicher Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien; Stapel I: 5,00 x 2,00 x 1,30 m Fläche) in einer anderen Mietenform, d. h. viel flacher und damit länger angelegt worden war. Bei gleichem Gesamtgewicht wie Stapel I waren seine Ausmaße: 9,60 x 2,10 x 1,00 m. In den Sommer- und Herbstmonaten betrug die Besiedlungsdichte ein Vielfaches der des Stapels I. Während nun aber in diesem gut mit Erde und Laub abgedeckten Stapel kleineren Ausmaßes die Besatzdichte durch Vermehrung der Tierwelt innerhalb des Stapels auch in den Wintermonaten zunahm, ergab sich in Stapel X eine auffallende Abnahme (vgl. Diagramm nächste Seite).

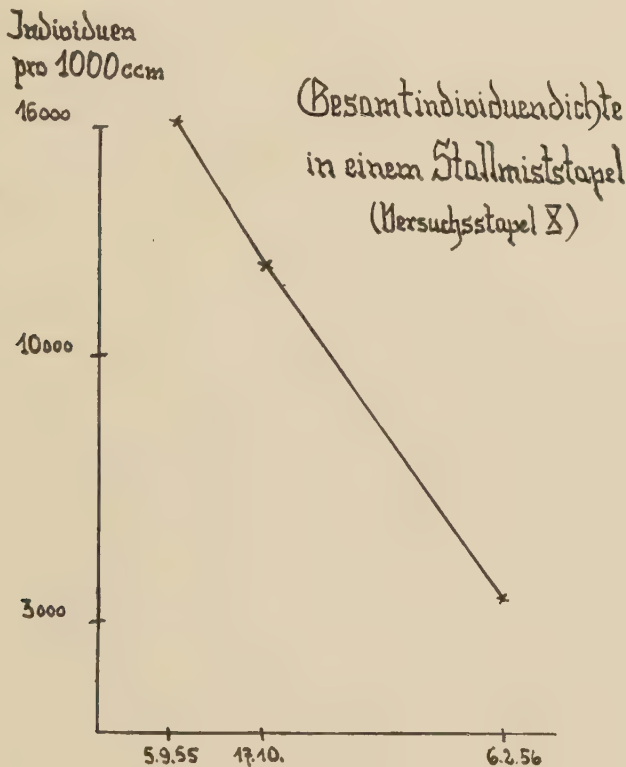
Auch hieraus lassen sich für die Praxis folgende Ratschläge ablesen:

Kein Umsetzen an Frosttagen!

Stapel während der Wintermonate größer anlegen und gut abdecken mit Erde oder Laub!

Während der wärmeren Jahreszeit langgestrecktere Mietenform — dennoch aber nicht zu klein — Gefahr der Austrocknung!

In diesem Zusammenhang ist auch eine Beobachtung von Franz (1943) zu erwähnen, der feststellte, daß im Winter anfallender Dünger bis zum Frühjahr von Kleintieren so gut wie nicht besiedelt wurde. Abgesehen von einigen Käfern, Fliegen und Milben, die aber quantitativ in keinem Verhältnis zu den Werten bei bereits im Sommer oder Herbst angelegten Stapeln stehen, wurden keinerlei andere Kleintiere gefunden. Die Miste waren schließlich trotz längerer Lagerung noch so gut wie unverottert.



d. Feuchtigkeit

Der Feuchtigkeitsgehalt ist in weitgehendem Maße von der Luftfeuchtigkeit abhängig. Sie war während der beiden Versuchsreihen gegenüber dem langjährigen Mittel verhältnismäßig hoch und lag im Monatsmittel in der ersten Versuchsreihe (Stapel I—IV) zwischen 76% und 88%, in der folgenden (Stapel V—X) zwischen 81% und 88%. Im Stapel ist der Feuchtig-

keitsgehalt durch die Niederschlagsmenge und das Hohlraumvolumen bedingt. Stichproben bestätigen, daß während der gesamten Versuchsdauer in allen Schichten sehr günstige Feuchtigkeitsverhältnisse herrschten; als günstig möchte ich eine Feuchtigkeit von 70 bis 75% bezeichnen. In den tieferen Schichten war diese jeweils stärker als in den oberen, das Regenwasser sammelt sich dort. Dies ist ein weiterer Grund, daß der Kern meist die von Individuen ärmstbesiedelte Zone ist. Dennoch fand ich, daß die Verdunstung in den Außenschichten im allgemeinen nicht so groß ist, wie man glauben könnte. Besonders bei den Komposten mit Erdzusatz bildet sich sehr schnell eine krümelige Außenschicht, die der Austrocknung entgegenwirkt; im viel lockerer gelagerten Torfkompost ist dies natürlich nicht der Fall. Hierfür ein Beispiel: Nach mehreren regnerischen und trüben Tagen betrug am 4. 5. 56 bei einer Luftfeuchtigkeit von 42% in einem Torfkompoststapel (Versuch VIII) die relative Luftfeuchtigkeit in der A-Schicht 74%, in der B-Schicht 77%, im Kern 83%; im Wirtschaftsdünger (Stapel X) zu gleicher Zeit in der A-Schicht 76%, in der B-Schicht 78% und in der C-Schicht 81%. Nach 5 warmen Sonnentagen betrug dann am 9. 5. 56 die Luftfeuchtigkeit 29%. Jetzt ergaben sich in den Stapeln folgende Werte relativer Luftfeuchtigkeit: Torfkompost: A-Schicht 66%, B-Schicht 71%, C-Schicht 78%; im Wirtschaftsdünger: A-Schicht 73%, B-Schicht 76% und in der C-Schicht 80%.*

Bei der Fauna im Wirtschaftsdünger und im Kompost handelt es sich um Feuchtlufttiere, auch wenn gewisse dichter behaarte, derbhäutigere und größere Formen eine gewisse Trockenresistenz zeigen (Agrell 1941, Brauns 1954 a u. a.). Hierzu gehören nach Brauns die Stratiomyidae, Tabanidae und wohl noch einige andere Dipterenlarven. Auch können die Milben sehr gut trockenere Standorte bewohnen, was ich beim täglichen Auslesen der Berleseapparate beobachtete. Bereits nach 24 Stunden waren die meisten Individuen abgewandert, die Acari hatten oft nach 5 Tagen das Substrat noch nicht verlassen. Bei allen anderen von mir beobachteten Gruppen besteht eine weitgehende positive Hygrotaxis, was durch zahlreiche Literaturangaben bestätigt wird. Das gilt sowohl für die Regenwürmer (Michaelsen, 1928), Schnecken, Dipterenlarven (Kühnelt, 1950) wie auch für die Käferlarven. Die Imagines der Coleoptera sind wohl überall zu finden, aber die meisten ihrer Beutetiere (kleine Würmer, Apterygota usw.) sind an feuchtere

*) Der Wassergehalt des Torfkompostes betrug nach Messungen des chemischen Laboratoriums der Bayerischen Landesanstalt für Moorbirtschaft im Juli 1955 im Stapel V 64,4%, VI 61,1%, VII 65%, VIII 59,1%, IX 63,3%; im November 1955 im Stapel V 58,3%, VI 60%, VII 61,7%, VIII 55,2%, IX 60,2%.

Standorte gebunden, so daß auch sie dort zahlreicher angetroffen werden (Frenzel, 1936). Franz (1931) erwähnt unter den hygrophilen Arten hier besonders *Bembidion lampros* Hbst., *Oxytelus rugosus* F., *Oxytelus tetracarinatus* Block., *Platystethus arenarius* Fourcr. und *Cardiola obscura* Grav. Auch die Collembolen sind im allgemeinen sehr hygrophil, nach Agrell (1941) benötigen sie mindestens einen Feuchtigkeitsgehalt von 40%, und Strebel (1932) meint, daß ihre positive Hygrotaxis ausgeprägter als die negative Phototaxis ist. G. Gisin (1952) wirft in diesem Zusammenhang die Frage auf, ob nicht die Feuchtigkeit wie auch andere physikalische Faktoren nicht nur direkt, sondern vielleicht noch mehr indirekt über die mikrobiellen Vorgänge im Kompost auf die Fauna einwirken; dies erscheint auch mir sehr wahrscheinlich.

In der Kompostierung begünstigt die Nässe zugleich die Festigkeit des Materials. *Häufiges Umsetzen*, wie es in der hiesigen Praxis üblich war, verhindert jedoch auch diesen Nachteil. Außerdem geht durch Verdunstung nach regnerischen Witterungsabschnitten diese unerwünschte überschüssige Feuchtigkeit verloren.

e. Bodenazidität

Von allen Umweltfaktoren besitzt die Azidität zweifelsohne den geringsten Einfluß auf die Entwicklung der Kleintierwelt. Wenn auch in neutralen und schwach alkalischen Substraten stets das reichste Leben festgestellt wurde (Kühnelt, 1950), während stark saure oder stark alkalische Substrate gemieden werden, so setzt sich doch immer mehr die Ansicht durch, daß es sich hier um keinen direkten Einfluß der Bodenazidität, sondern eher um einen indirekten, z. B. über die Nahrung handelt. Wie könnte sonst die Abundanz sämtlicher Tiergruppen z. B. beim Stapel I (1985 Individuen) um ein Vielfaches über der von Stapel III (660 Individuen) liegen? Beide Stapel hatten mit pH 6,7 die gleiche Azidität. Regelmäßige Beobachtungen der Wasserstoffionenkonzentration führte ich mit dem „Merk-Indikator-flüssig“ durch. Ich bin mir durchaus bewußt, hier mit gewissen Fehlerquellen rechnen zu müssen. Einige Kontrollen mittels Chinhydronelektrode zeigten jedoch (s. umseitige Tab.), daß die Werte in diesem Falle sich wohl nicht decken, aber durchaus vergleichbar sind.

Bei den von mir angelegten Versuchsstapeln lagen also die meisten Werte nahe dem Neutralpunkt, nur die Torfstapel mit Zusatz von Gartenabfällen und besonders Stapel V (Torf mit Jauche getränkt) erstreckten sich ins Sauere. Wie gut der Mineralzusatz zu Torf bezüglich des pH-Wertes sich auswirkte, zeigten die beiden Versuche VI und VII. Obwohl sich in diesen Stapeln

keine weiteren Zusätze — wie etwa Grünmasse — befanden, war der Tierbesatz dennoch nicht geringer als in den anderen Torfstapeln.

Stapel	pH		
	Wert-flüssig	Chinhydronelektrode	
		Sept. 1955	Nov.
I	6,6-6,9		
II	6,7-6,9		
III	6,7		
IV	6,6		
V	5,3	4,0	4,7
VI	6,6-6,7	7,2	6,9
VII	6,5-6,7	7,7	
VIII	5,6-5,8	5,1	5,3
IX	5,4-5,6	4,5	4,8
X	6,5		

Die Feinheiten gingen bei dieser Art von pH-Bestimmung natürlich verloren. Bei neueren Beobachtungen mittels modernster elektrometrischer Meßmethoden habe ich inzwischen festgestellt, daß die Unterschiede auch innerhalb des Stapels recht beachtlich sein können und daß selbst nach der Entnahme des Materials aus dem Stapel in der Probe starke Veränderungen auftreten. Die Verschiedenartigkeit der Meßmethoden und ihrer Werte auf der einen Seite, die großen Unterschiede im Stapel auf der anderen lassen mir so auch alle diesbezüglichen Veröffentlichungen über irgendwelche Wechselbeziehungen höchst unzuverlässig erscheinen.

f. Tiefenverteilung im Stapel

Die Lebensbedingungen ändern sich für alle Individuen mit zunehmender Stapeltiefe ganz beträchtlich. Immer geringer werden — wie bereits dargelegt — die Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse der Außenwelt, anaerobe Bedingungen treten stärker in den Vordergrund, und nur noch ein kleiner Teil der Individuen besitzt die Widerstandsfähigkeit gegen die beim Abbau der organischen Substanz auftretenden Gase (CO_2 -Konzentration ansteigend).

Das in der folgenden Tabelle wiedergegebene Bild wiederholt sich also fast immer in der gleichen Weise: Auf eine dichtbesiedelte A-Schicht folgt eine starke Abnahme nach dem Stapelkern zu; die Gründe dafür dürften in erster Linie durch die oben aufgeführten Bedingungen gegeben sein. Bei einem Vergleich

der drei Schichten ist natürlich noch zu bedenken, daß die hohe Individuenzahl der A-Schicht durch die laufende Zuwanderung von außen (sie wird in einem anderen Abschnitt behandelt) immer wieder erhöht wird. Andererseits führt das in der hiesigen Praxis häufig angewandte Umsetzen zu irreführenden Werten. Betrachtet man nun anhand dieser Tabelle die wenigen Ausnahmen, so fallen alle diese Fälle in die kälteren Wintermonate, zumindest aber ist eine feucht-kalte Witterungsperiode die vermutliche Ursache derartiger Verschiebungen der Individuendichte.

Tiefenverteilung der Gesamtfauna.

Stapel I

	A	B	C
1. 10. 54	71	11	4
15. 10. 54	750	527	406
18. 11. 54	1330	1811	475
15. 3. 55	330	511	432
5. 5. 55	978	1743	548

Stapel III

26. 11. 54	123	238	65
25. 3. 55	180	178	162
28. 5. 55	697	189	148

Stapel V

30. 8. 55	209	48	18
12. 10. 55	196	52	21
19. 1. 56	75	90	91

Stapel VII

17. 8. 55	348	128	24
18. 1. 56	151	212	27

Stapel IX

8. 8. 55	264	75	78
26. 9. 55	394	81	39
6. 1. 56	112	130	36

Stapel II

	A	B	C
4. 10. 54	552	27	5
15. 10. 54	432	365	141
23. 11. 54	488	431	328
22. 3. 55	1217	647	136
10. 5. 55	949	439	311

Stapel IV

30. 11. 54	117	64	61
1. 4. 55	340	123	83
20. 5. 55	353	196	120
4. 6. 55	464	361	159

Stapel VI

24. 8. 55	91	20	15
6. 10. 55	332	48	81
19. 1. 56	175	214	8

Stapel VIII

5. 8. 55	371	72	37
3. 11. 55	368	81	24
5. 1. 56	136	86	57

Stapel X

5. 9. 55	4524	6411	5235
17. 10. 55	6569	2896	1943
6. 2. 56	1144	1325	1180

Anmerkung: A — B — C gibt die Stapeltiefe an (Vgl. Untersuchungsmethoden). Bei den Angaben handelt es sich stets um Proben von 1000 ccm.

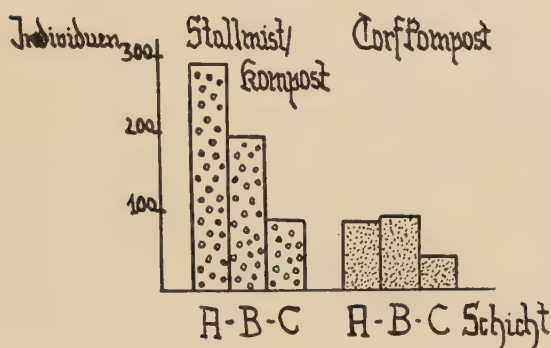
Hier noch einmal der Versuch einer Erklärung im einzelnen:

- Stapel I 18. 11. 54 Bei verhältnismäßig wenig Niederschlägen ging eine Periode hoher Luftfeuchtigkeit voraus. Entnahme der Probe bei Schneefall und -1°C nach 10 Frosttagen.
- Stapel III 26. 11. 54 Weiterhin Frost und Schneefall in stärkerem Maße. Bei der Probeentnahme -2°C .
- Stapel I 15. 3. 55 Seit 4 Wochen eine geschlossene Schneedecke. Große Kälte seit geraumer Zeit.
- Stapel I 5. 5. 55 Auch der April 1955 war meist sehr kühl. Erwärmung erst kurze Zeit vor der Probeentnahme einsetzend. In dieser Zeit sank auch die sonst hohe Bodenfeuchtigkeit spürbar ab.
- Stapel X 5. 9. 55 Als einzigem Fall dürften hier die Witterungsverhältnisse für die Verschiebung der Individuendichte nicht ursächlich sein. Temperaturen und Feuchtigkeit zeigten gegenüber dem langjährigen Mittel kaum Abweichungen. Auch am Tage der Probeentnahme herrschten $+18^{\circ}\text{C}$ und trockenes Wetter. Die Verschiebung ergab sich vor allem durch ein Massenauf-treten von Collembolen (außerdem war sie nur noch bei den Coleoptera und ihren Larven zu beobachten).

Das Absinken der *Individuendichte* nach der Tiefe zu wird begleitet von einer Verminderung der *Artenzahl*. Ich greife hierfür als Beispiel den Stapel I heraus. Bei seiner ersten Untersuchung am 1. 10. 54 fand ich in der A-Schicht 22, in der B-Schicht 3 und in der C-Schicht 2 Arten. Bei der Abschlußbeobachtung am 5. 5. 55 waren es in der A-Schicht 33 Arten, in der B-Schicht 22 Arten und in der C-Schicht 19 Arten.

Betrachtet man nun die Gruppen im einzelnen, so stellte ich fest, daß — wie oben bei der vielleicht zunächst unverständlichen Tiefenverschiebung im Stapel X am 5. 9. 55 — die Collembolen im allgemeinen kein hohes Sauerstoffbedürfnis haben und deshalb auch in den tiefer liegenden Schichten noch regelmäßig und meist sehr zahlreich anzutreffen sind. Auch Strebel (1932) bestätigt dies, wenn er alle untersuchten Arten als mehr oder weniger CO₂-resistent bezeichnet. — Nach Tischler (1956) gibt es Arten, die bis zu 35% CO₂-Gehalt noch ohne Schaden vertragen können. — Selbst bei rückgängigen Temperaturen suchen sie nur selten wärmere Stellen auf, zumal die Stapeltemperaturen niemals wie in allen Versuchsfällen unter -1°C absanken.

Tiefenverteilung *Hypogastrura manubrialis* Tullb.



Daneben gibt es Formen, die z. B. die Trockenheit vorziehen, und die äußeren Stapelschichten entsprechend stärker bewohnen. *Hypogastrura manubrialis* Tullb. besiedelt diese ohne Zweifel stärker als die tiefer liegenden Schichten und bevorzugt damit auch den Raum einer besseren Durchlüftung. In obiger Tabelle habe ich die Werte von Stallmist und Kompost denen vom trockenerem und besser durchlüftetem Torfkompst gegenübergestellt. Man ersieht daraus, daß die B-Schicht von *Hypogastrura manubrialis* Tullb. relativ durchaus noch gern als Aufenthaltsort ausgesucht wird.

Ähnlich verhält es sich wohl bei *Isotomurus palustris* (Müll.), der als Oberflächenform beschrieben ist. Von mir wurde er allerdings noch sehr zahlreich in der B-Schicht gesammelt; dabei handelte es sich um lockerer lagernden Torfkompst, und hier wieder um den in seinen Ausmaßen kleineren Stapel V. In diesem Falle erscheint mir für das Aufsuchen der B-Schicht auch die von dieser Art bevorzugte größere Feuchtigkeit an diesem Standort wesentlich. Das Gleiche gilt weitestgehend auch für *Lepidocyrtus cyaneus* Reu-

ter, während z. B. *Folsomia quadrioculata* (Tullb.) die höheren Stapeltemperaturen meidet und aus diesem Grunde mehr in der Nähe der Oberfläche verbleiben dürfte.

Die Gründe, warum die Sauerstoff unabhängigeren Arten tiefere Schichten aufsuchen, sind natürlich sehr verschieden, sei es das größere Nahrungsangebot, die Bevorzugung noch möglichst unzersetzter Substanz (*Ceratophysella bengtssoni* [Agren]) oder auch Wärmeliebe (u. a. *Proisotoma thermophila* Axels.) u. a.

In ihrer Sauerstoffbedürfnislosigkeit sind die Collembolen den Acari überlegen (Kühnelt, 1950); ich führe hierfür den schon mehrmals erwähnten Stapel X an, der ja eigentlich zunächst etwas aus der Reihe zu fallen scheint. Die Verschiebung des Zahlenverhältnisses in der Tiefenverteilung findet ihre Begründung in dem unterschiedlichen Verhalten der Collembolen und Milben zur Stapeltiefe (vgl. die folgende Tab.).

Stapel X	5. 9. 55		6. 2. 56	
Schicht	A	B	A	B
Collembola	2588	5854	496	734
Acari	1848	376	578	366

(Es handelt sich um Probeentnahmen
— 1000 ccm — nach Beginn des Versuches — Stapel noch nicht umgesetzt —
und am Schluß desselben.)

Über die Isopoden läßt sich diesbezüglich bei den geringen Funden von mir nur wenig aussagen, doch lassen sie die Behauptung von Franz (1950 b), daß diese nur selten in tiefere Schichten vordringen, für völlig berechtigt erscheinen. Auch bei mir besteht in den einzelnen Schichten (A-B-C) ein Verhältnis von 4 : 1 : 1.

Recht unterschiedlich in der Tiefenverteilung ist das Verhalten der beiden Familien der Oligochaeten. Lumbricidae kommen in allen Schichten vor, ihr geräumiges Röhrensystem trägt nicht nur zur Auflockerung der Stapelbestandteile bei, sondern dient auch ihnen selbst und vielen ihrer Mitbewohner als Sauerstoffzuführer. Wenn dies aus der umseitigen Tabelle auf den ersten Blick noch nicht ganz klar hervorgeht (Stapel I und VIII!), so sollte man bedenken, daß neben der Zuwanderung von außen auch die Kokonablage eine Rolle spielt. Diese erfolgt aber, wie die zahlreichen Funde von Jungtieren beweisen, zumeist in der oberen Stapelschicht, wo die Lagerung des Materials noch weniger dicht ist und das Fortbewegen den Jungtieren leichter fällt. Inwieweit einzelne Regenwurmarten sich mehr in den höher liegenden Stapelregionen bewegen als in den tieferen, darüber ergab sich kein einheit-

liches Bild, doch scheinen *Allolobophora chloratica* (Sav.), *Lumbricus rubellus* Hoffm. und vielleicht auch *Dendrobaena rubida subrubicunda* (Eisen) dieselben zu bevorzugen.

Tiefenverteilung der Lumbricidae

Schicht	A	-	B	-	C
Stapel I	105		69		56
Stapel II	2		9		5
Stapel III	13		19		17
Stapel IV	1		1		—
Stapel VI	—		1		—
Stapel VIII	14		3		2
Stapel IX	5		—		3
Stapel X	16		20		12

(Probemenge jeweils 1000 ccm)

Ganz anders verhalten sich die Enchytraeiden. Ihre geringe CO₂-Resistenz, ihr großes Sauerstoffbedürfnis und ihre geringe Größe gegenüber den Lumbriciden läßt sie weniger tief in den Stapel vordringen. Die hohe Individuenmenge in Stapel I, B-Schicht, erklärt sich aus der Ansammlung von Jungtieren, die an einer Stelle des Stapels eng beieinanderliegend von mir gefunden wurden; das sonst eindeutige Bild wurde dadurch etwas verschoben (vgl. untenstehende Tab.).

Tiefenverteilung der Enchytraeidae

Schicht	A	-	B	-	C
Stapel I	29		39		1
Stapel II	16		10		9
Stapel III	6		—		2
Stapel IV	3		1		1
Stapel VI	—		1		—
Stapel VIII	2		1		—
Stapel X	3		3		1

Gesamt: 59 55 15

(Probemenge jeweils 1000 ccm)

Diplopoda und Chilopoda sind bei meinen Funden wohl weitestgehend Oberflächenformen im Stallmist und Kompost, auch wenn sie in Böden

manchmal noch in tieferen Schichten anzutreffen sind (*Necrophloeophagus longicornis* [Leach]).

Auch unter den im Stallmist und Kompost lebenden Coleoptera handelt es sich bei den größeren Arten um Oberflächenformen. Die kleinen Arten, ich denke hierbei besonders an die so zahlreich vorkommenden schlanken Staphyliniden, dagegen vermögen auch in dichterem Stapelmateriale sich noch verhältnismäßig leicht zu bewegen. Insgesamt fand ich von den Coleoptera 39% auf die A-Schicht, 32% auf die Mittelschicht und 29% auf die C-Schicht verteilt (vgl. auch nachstehende Tab., der ich des guten Vergleiches wegen diesmal diejenige der Larven angefügt habe.).

Tiefenverteilung der Coleoptera und ihrer Larven

Schicht		Coleoptera			Larven		
		A	B	C	A	B	C
Stapel	I	71	16	5	41	18	22
Stapel	II	215	32	19	49	21	21
Stapel	III	13	36	7	19	30	12
Stapel	IV	18	2	6	31	22	10
Stapel	V	5	1	—	—	1	—
Stapel	VI	3	—	—	1	2	2
Stapel	VII	2	1	1	7	—	1
Stapel	VIII	10	2	—	7	1	1
Stapel	IX	3	3	—	5	1	1
Stapel	X	74	164	194	51	73	73

(Probemenge jeweils 1000 ccm)

Wie bereits erwähnt wurde, stellen die Käfer in dem behandelten Lebensraum die größte Artenzahl. In Anbetracht der im Verhältnis niedrigen Individuendichte ist es unmöglich, Aussagen über ihre Tiefenverteilung zu geben. Die sehr individuenreiche Art *Trogophloeus pusillus* Grav. gehört zweifelsohne zu den wenigen, die tief in den Stapel eindringen; auch die Acrotrichisarten, *Cercyon analis* Payk., *Oxytelus rugosus* F. sowie *Cartodere filum* Aubé fand ich noch öfters im Stapelkern. Besonders stark an die Oberfläche gebunden erscheinen mir dagegen neben den Carabiden und den Philonthus-Arten noch *Cercyon quisquilius* L., *Platystethus arenarius* F., *Aphodius fime-tarius* L. und *Oxyomus silvestris* Scop. zu sein.

Die in der Literatur verbreitete Meinung, daß die meisten Coleopteren-larven als echte Bodentiere auch in tieferen Lagen noch regelmäßig anzutreffen seien, ist nicht ohne weiteres zutreffend. Das prozentuale Verhältnis ähnelt vielmehr mit 42% in der A-, 36% in der B- und 22% in der C-

Schicht sehr stark dem der Imagines, und auch beim Vergleich der Einzelwerte in den verschiedenen Stapeln (vgl. vorstehende Tab.) lassen sich zahlreiche Parallelen zwischen Larven und Imagines ziehen. Damit soll nicht gesagt sein, daß auch Gattungen und Arten von Imagines/Larven das gleiche Verhalten zur Stapeltiefe zeigen. Nur die Philonthuslarven waren wie die adulten Tiere besonders in den oberen Stapelschichten anzutreffen, die Larven der Carabiden und von *Platystethus arenarius* Fourer z. B. wurden von mir viel zahlreicher auch noch in der Tiefe beobachtet. Bei letzteren waren es 9 adulte Tiere, die ich sämtlich in der Außenschicht fand, bei den Larven 66 in der A-Schicht, 11 in der B- und 27 in der C-Schicht. Die Zahl der Staphyliniden-Larven war zumindest in der B-Schicht (A: 156 Ex., B: 120 Ex., C: 21 Ex.) noch augenfällig hoch, und *Trogophloeus pusillus* Grav. fand ich in der Außenschicht in nicht einem Exemplar (B: 51 Individuen, C: 25 Individuen). Auch die Atheta-Larven drangen noch weiter ins Stapelinnere vor, was folgendes Zahlenbeispiel demonstrieren soll: A-Schicht 53 Larven, B-Schicht 44 Larven, C-Schicht 16 Larven. Von den Formen, deren Larven ich meist mehr oder weniger in der Nähe der Oberfläche fand, möchte ich die Vertreter der *Oxytelus* und *Xantholinus* herausstellen.

Viel ausgeglichener ist die Raumverteilung bei den Dipterenlarven (vgl. nachf. Tab.). Bei einem Verhältnis von 36% in der A-Schicht, je 32% in der B- und C-Schicht ist wohl nachdrücklich bewiesen, daß die Dipterenlarven auch in den tieferen Lagen des Stapels sich genau so aufhalten wie in den oberflächennäheren Schichten.

Tiefenverteilung der Dipterenlarven

Schicht		A	B	C
Stapel	I	49	27	75
Stapel	II	163	47	20
Stapel	III	17	13	15
Stapel	IV	18	36	13
Stapel	V	2	—	3
Stapel	VI	—	1	3
Stapel	VIII	6	1	3
Stapel	IX	4	1	2
Stapel	X	165	238	231

(Probemenge jeweils 1000 ccm)

Über die Verteilung der einzelnen Familien soll die nachstehende Aufstellung Aufschluß geben. Wir ersen daraus wohl deutlich, daß die Tricho-

ceridae, Drosophilidae und Muscidae in erster Linie sich mehr nach dem Stapelrande zu aufhalten, während die Scatopsidae, Lycoriidae, Chironomidae und Limnobiidae tiefer ins Stapelinnere eindringen. Die Puppen halten sich meist näher der Oberfläche zu auf.

Tiefenverteilung einzelner Dipterenfamilien

Schicht	A	-	B	-	C
Trichoceridae	13		1		6
Scatopsidae	12		31		9
Cecidomyiidae	7		13		8
Lycoriidae	9/2		18/1		37
Fungivoridae	4		7		4
Psychodidae	32		30		10
Ceratopogonidae	12/1		6		9
Chironomidae	165		217		239/1
Limnobiidae	1		9		3
Empididae	9		5		2/1
Drosophilidae	1/30		—/3		—/3
Muscidae	74		10		6

Anmerkung: Probemenge jeweils 1000 ccm. Bei / -Angaben bedeutet die erste Zahl die der Larven, die folgende die der Puppen.

Nach dieser Betrachtung soll noch ein kurzer Blick darauf geworfen werden, wie sich die Tiergruppen vergleichsweise in den einzelnen Stapeln verhielten. Dabei fällt auf, daß im Stapel X meist die tieferliegenden Schichten noch ausgezeichnet besiedelt sind und daß sogar Gruppen, die in den anderen Biotopen sich sonst mehr in der A-Schicht aufzuhalten pflegen (Coleoptera und deren Larven), hier noch zahlreicher vertreten sind. Dies ist wohl in erster Linie in der gegenüber den anderen Stapeln veränderten Form und Größe dieses Stapels begründet. Der Stapel X war langgestreckt bei einer Höhe von 1 m aufgesetzt worden gegenüber 1,30 m bei Stapel I und II sowie 1,50 m Höhe bei Stapel III und IV. Auch die tieferliegenden Schichten waren dadurch stärker durchlüftet als in den höher gestapelten Haufen. Die Höhe war aber dennoch genügend für einen möglichst günstigen Wärmehaushalt, der zu keiner größeren Verminderung der Individuenzahlen führte als in den anderen Stapeln. Weniger groß als erwartet waren die Abweichungen der Torfkompostierungsversuche gegenüber den anderen Stapeln. Im Stapel VIII und IX verschob sich die Besiedlung mehr dem Stapelrande zu als anderenorts. Das ist überraschend, zumal der Sauerstoffzufuhr im Torf viel geringere Grenzen ge-

setzt sind. Auch Feuchtigkeit und Temperatur dürften nicht entscheidend für diese Verschiebung sein, eher die Zuwanderung von außen. Die Tiere suchen wohl den Stapel auf, finden aber dort nicht immer die ihnen zusagenden Lebensbedingungen.

Wie eng aber die Tiefenverteilung der Individuen mit dieser Frage der Zuwanderung verknüpft ist, habe ich bereits erwähnt, und auch der nächste Abschnitt soll dies noch weiter zeigen.

g. Auftreten der verschiedenen Arten im Verlaufe des Rotteprozesses

Thienemann (1956) spricht davon, daß eine Biozönose ihren Lebensraum soweit verändern kann, daß „die biogene Umgestaltung der Lebensstätte diese zuletzt als Lebensraum für diese Lebensgemeinschaft vernichtet“. Der Zersetzungs Vorgang im Stallmist und Kompost mag hierfür als ein klares Beispiel gelten, zeigt er doch in rascher Folge diese Veränderungen und den damit verbundenen Wechsel innerhalb der Tiergemeinschaften. Ich folge wie auch H. Gisin (1947) der Falk'schen Theorie, die von 3 Phasen dieses Zersetzungs Vorganges spricht:

1. Fadenpilze bereiten die Streusubstanzen für den Tierfraß vor.
2. Die auf diese Weise schmackhaft gewordene Nahrung wird von der Kleintierwelt aufgenommen, mechanisch zerkleinert, im Verdauungstraktus weiter zersetzt, die unverdauten Rückstände — chemisch und physikalisch stark verändert — werden als humose Exkreme in die Stapel wieder zurückgegeben.
3. Über verschiedene Stadien führen Bakterien diesen Prozeß zu Ende.

Verfolgen wir nun einmal den Verlauf des Kompostierungsprozesses! Stallmist und Torf, von Kleintieren noch nicht oder kaum besiedelt, wurden auf das Versuchsgelände gebracht. Während ersterer — wie mehrere Kontrollen ergaben — *individuenfrei* stets sofort mit den Beimischungen versehen gestapelt wurde, blieb der Torf etwa 8 Tage noch aus arbeitstechnischen Gründen liegen. Trotzdem fand ich vor seiner Stapelung in einer Probe von 1000 ccm nur 5 Tyroglyphiden (*Caloglyphus moniezi* Zachv. und *Glyophagus domesticus* [de Geer]), 8 *Ceratophysella armata* (Nic.), 1 *Enicmus minutus* L. im Mischstreutorf und 12 Parasitidae sowie 4 *Ceratophysella armata* (Nic.) im Torfmull. Die Kompoststapel zeigten ebenfalls nur eine ganz geringe Besiedlung.

Mit Einsetzen der ersten Phase und dem dadurch hervorgerufenen Temperaturanstieg beginnt fast gleichzeitig — angelockt durch den Geruch — die Besiedlung mit Kleinlebewesen. Oft sollen sie bis zu ihrem Ziel größere Entfernungen zurücklegen, ein Großteil von ihnen auf dem Luftwege (Dipteren und Coleopteren). Übereinstimmend berichten verschiedene Autoren (Franz, 1950 b; Kästner, 1957; Türk, 1957) von Parasitiformes, Uropodiden, Macrocheliden und Tyroglyphiden (meist handelte es sich um Deutonymphen), die sich an verschiedene Käfer (Cercyon- und Aphodius-Arten) anklammern und sich so durch die Luft von einem zum nächsten Futterplatz tragen lassen, wobei in allen Fällen günstige klimatische Verhältnisse diesen Besiedlungsprozeß beschleunigen können. (Je früher man in der Praxis mit der meist angewandten herbstlichen Kompostierung beginnt (Vergleich Stapel I und X), desto günstiger wirkt sich das meist für den Rotteverlauf aus.) Fliegen und Käfer legen ihre Eier meist in den oberflächlichen Stapelschichten ab.

Schon am 6. bzw. bereits 5. Tage nach der Stapelanlage entnahm ich den Stapeln die ersten Proben (Die Temperaturmaxima lagen in der Mittelschicht bei +36°C im Stapel I und +29°C im Stapel II). Die Ausbeute war bereits gut, auch wenn die inneren Schichten verständlicherweise noch recht schwach besiedelt waren. Auf die einzelnen Schichten verteilten sich die Individuen wie folgt:

	Stapel I	Stapel II
A-Schicht:	71 Exemplare	552 Exemplare
B-Schicht:	11 Exemplare	27 Exemplare
C-Schicht:	4 Exemplare	141 Exemplare

Zahlenmäßig mag sich das Individuenverhältnis beim Vergleich der beiden Stapel recht unterschiedlich ausnehmen. Doch hat im Stapel II die Milbenzuwanderung, die nach 8—10 Tagen im allgemeinen ihr Maximum hat, hier bereits etwas früher eingesetzt als im Vergleichsstapel. Auch die Dipterenlarven sind bereits zahlreicher vertreten, was evtl. mit stärkerer Geruchsentwicklung — Stallmist weiter außen gestapelt — eine Erklärung finden kann. Ganz allgemein gibt *eine* Untersuchung tatsächlich meist ein recht falsches Bild, was wohl bisher stets anerkannt, aber leider kaum durchgeführt wurde.

Stapel II Probeentnahme 5 Tage nach der Stapelung
am 4. 10. 1954
(Probemenge pro Schicht jeweils 1000 ccm)

- A-Schicht: 441 Acari — meist Parasitidae —
 10 *Ceratophysella armata* (Nic.)
 7 *Onychiurus armatus* Tullb.
 3 *Cercyon quisquilius* L.
 2 *Platystethus arenarius* Fourcr.
 1 *Atheta* spec.
 2 Larven *Quedius* spec.
 17 Larven *Cercyon* spec.
 2 Larven *Psychodidae* gen. spec.
 3 Larven *Brachycera* gen. spec.
 5 Larven *Sphaeroceridae* gen. spec.
 7 Larven *Leptocera* spec.
 50 Larven *Muscinae* gen. spec.
 1 *Cochlicopa lubrica* (Müll.)
- B-Schicht: 1 *Allolobophora caliginosa* Sav.
 4 Parasitidae, davon 3 *Eugamasus* spec.
 6 *Macrocheles* spec.
 1 *Cylindroiulus teutonicus* (Pocock)
 1 *Hypogastrura manubrialis* Tullb.
 2 *Ceratophysella armata* (Nic.)
 2 *Onychiurus armatus* Tullb.
 1 *Tullbergia quadrispina* (Lie-Pett.)
 1 *Proisotoma minuta* Tullb.
 1 Larve *Cercyon* spec.
 1 Larve *Cantharis* spec.
 4 Puparien *Leptocera* spec.
 1 Larve *Muscidae* gen. spec.
 2 Larven *Calliphoridae* gen. spec.
- C-Schicht: 1 Larve *Muscidae* gen. spec.

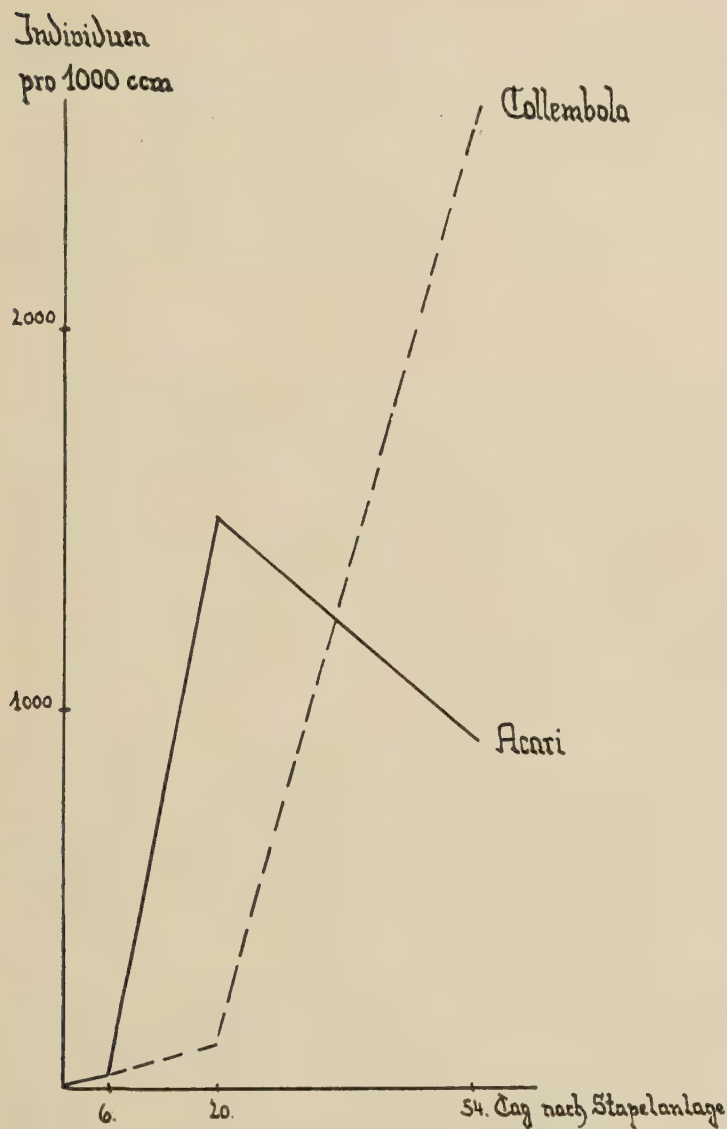
In obenstehender Aufstellung sind die Funde von einem dieser Stapel aufgeschlüsselt aufgeführt (einige leere Schneckengehäuse blieben dabei unbeachtet). Zweifelsohne sind dabei mit den Beimischungen — wie ja auch erwünscht — einige Individuen dem Stallmiststapel zugeführt worden (z. B. sind die Schnecken und Puppen bestimmt keine freiwilligen Zuwanderer), jedoch zeigt sich bereits, daß die Zuwanderung in größerem Maße eingesetzt hat (Larven von Coleopteren und Dipteren, Acari!).

Erstbesiedler

Lumbric.:	<i>Eisenia foetida</i> (Sav.)	(St-K)
	<i>Dendrobaena</i> spec. (rubida subrubicunda [Eisen])	(St)
Acari:	Parasitidae gen. spec. (vor allem <i>Eugamasus</i> spec.)	(St)
	<i>Macrocheles</i> spec.	(St)
Collemb.:	<i>Cylindroiulus teutonicus</i> (Pocock)	(St)
Diplopoda:	<i>Ceratophysella armata</i> (Nic.)	(St-K)
	<i>Xenylla welchi</i> Folsom	(St)
	<i>Onychiurus armatus</i> Tullb.	(St)
	<i>Proisotoma</i> (Isotomina) <i>thermophila</i> (Axels.)	(St-K)
	<i>Proisotoma minuta</i> Tullb.	(K)
	<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Reuter	(St-K)
Coleopt.:	<i>Cercyon quisquilius</i> L.	(St x)
	<i>Acrotrichis</i> spec.	(St)
	<i>Trogophloeus pusillus</i> Grav. — auch Larven —	(St-K)
	<i>Platystethus arenarius</i> Fourcr. — auch Larven —	(St x)
	<i>Lithocharis nicriceps</i> Kr.	(St x)
	<i>Bohemiellina paradoxa</i> Mach.	(St x)
	<i>Ptinus fur</i> L.	(St-K)
	Larven von <i>Cercyon</i> spec.	(St)
	Larven von <i>Philonthus</i> spec.	(St)
Dipt.:	<i>Elachisoma aterrima</i> Halid.	(K)
	<i>Coprophila ferruginata</i> Stenh.	(St)
	Larven von Psychodidae gen. spec.	(St)
	Larven von Orthocladiinae gen. spec.	(St)
	Larven von Sphaeroceridae gen. spec.	(St)
	Larven von Leptocera spec.	(St)
	Larven von Drosophilidae gen. spec.	(St)
	Larven von Muscinae gen. spec.	(St)
	Larven von Calliphoridae gen. spec.	(St)

Es ist auch recht schwierig — trotz der verhältnismäßig großen Zahl meiner Untersuchungen — klare Trennungsstriche etwa zwischen Früh- und Spätbessiedlern zu ziehen. Nur eine Vielzahl von Proben kann m. E. darüber Aufschluß geben. Aus diesem Grunde beschränkte ich mich auf eine Aufstellung all jener Arten, die ich vorwiegend bereits in sehr frühem Stadium des Rotteprozesses im Stallmist (St) oder Gartenabfallkompost (K) in größerer Anzahl beobachtete, ohne daß damit gesagt sein soll, daß sie nicht auch später noch in diesem Biotop anzutreffen waren (handelt es sich um ausgesprochene Frischmistbewohner, so sind diese mit x versehen).

Während nun die Besiedlung durch Lumbriciden, vor allem durch *Eisenia foetida* (Sav.), aber sehr rasch nach Abklingen der hohen Anfangstemperaturen auch bald durch *Dendrobaena rubida subrubicunda* (Eisen) und die



Versuchsstapel: I

der meisten anderen Tiergruppen einsetzt, ist mit dieser steten Zunahme der Individuendichte (besonders der Collembolen) eine fühlbare Abnahme bei den Acari zu beobachten (vgl. Diagramm S. 69).

Da die im Stallmist vorkommenden Acari fast sämtlich carnivor sind (vgl. S. 46) ist dies zunächst umso verwunderlicher, daß sie jetzt, wo das Nahrungsangebot reichlicher wird, sich langsam zurückziehen. Vielleicht aber kommen wir einer Begründung für diese Tatsache näher, wenn wir bedenken, daß mit andauernder Stapelung auch eine Festigung des Substrates unvermeidlich ist. Vom größeren O₂-Bedürfnis der Milben — besonders gegenüber den Collembolen — wurde bereits im vorausgegangenen Abschnitt gesprochen, der jetzt noch vorhandene lockere Stapelraum wird den anspruchsvollen Räubern zu klein, und deshalb muß ein Teil von ihnen sich neue „Jagdgebiete“ suchen.

Die Wintermonate verändern das Bild nicht wesentlich, zwar unterbleibt jetzt eine Neubesiedlung größeren Umfangs im Stapel, aber die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse sind für das Weiterleben aller Individuen immer noch wesentlich günstiger als außerhalb desselben. Nur im Torfkompost (Trockenheit) und in einem zu niedrig angesetzten Stapel verringerte sich die Individuendichte. (Darüber und über die nachhaltige Wirkung des Umsetzens bei Frost wurde im Abschnitt über die Temperatur als ökologischer Faktor ausführlicher gesprochen). Bei den Collembolen war vielerorts sogar eine leichte Besatzsteigerung festzustellen, was sicherlich in den für sie günstigen klimatischen Bedingungen seine Ursache hat.

Die rasche Veränderung des Substrates im Verlaufe des Rotteprozesses, die besonderen Temperaturen und Feuchtigkeitsbedingungen stempeln Stallmist und Kompost zu einem extremen Standort. Nur wenige Arten können mit diesen rasch wechselnden Lebensbedingungen fertig werden, und so läßt sich auch in der Faunenzusammensetzung ein häufigerer Wechsel als etwa im Boden beobachten.

Die anfangs vorwiegend saprophilen Arten werden nach einiger Zeit von einer Fauna abgelöst, die der des Bodens immer ähnlicher wird (Zunahme des Artenreichtums), im Kompost stellt sich diese, bezogen auf den Verrottungsgrad, aus leicht verständlichen Gründen schneller als im Stallmist ein. Aus betriebstechnischen Gründen wurden die Stapel für unsere Versuche zu früh abgetragen. Am Beispiel der Enchytraeen, die in der subterranean Fauna ja eine ganz augenfällige Stellung einnehmen, glaube ich aber das soeben Gesagte an einem Beispiel bekräftigen zu können.

Zeitliches Auftreten von Enchytraeen

Nach		1	3	5	7	22	24	29	32	Wochen
Stapel I	I	1	2	—	0	—	22	—	44	Exemplare
Stapel II	II	0	0	—	0	—	16	—	19	Exemplare
Stapel III	III	—	—	0	—	3	—	—	5	Exemplare

Aus dieser kleinen Tabelle (— bedeutet, daß keine Probeentnahme stattfand) ersieht man, daß erst nach 2—3 Monaten Enchytraeen im Stapel anzutreffen sind. (Die 3 Anfangsfunde im Stapel I dürften mit beigemengter Erde in den Haufen gelangt sein.) Dabei erfolgt die Besiedlung des Kompostes — auf Grund seiner zögernden Verrottung — langsamer als im Stallmist. Im Torfkompost war dieser Verlauf uneinheitlich, doch handelt es sich hier ja auch nicht um einen Verrottungsprozeß als solchen. Auch Oribatiden (Leitner, 1946; Franz, 1950 b) und Ameisen (Franz, 1950 b) treten erst sehr spät im Stapel auf, sie sind beide regelmäßige Bodenbewohner. Die wenigen Funde meinerseits widersprechen dem nicht. Bei den Collembolen möchte ich *Neanura muscorum* Templ. und *Isotoma notabilis* Schöff. ebenfalls wie Franz (1950 b) zu den Spätbesiedlern rechnen, glaube aber, daß bei *Isotoma olivacea* Tullb. (Funde April/Mai) G. Gisin (1952) recht zu geben ist, die diese Art ebenso wie *Hypogastrura manubrialis* Tullb. (*H. assimilis* sensu Gisin) und *H. bengtssoni* (Agren) als Winterarten bezeichnet. Letztere beiden Arten fand ich ziemlich regelmäßig und oft in großer Zahl nur von September bis Mai. Erwähnenswert erscheint mir noch das Verhalten von *Trogophloeus pusillus* Grav., eines von Franz (1950 b) als typisch rotteindifferenten Düngerbewohner geschilderten Tieres. Dieser Käfer trat bei meinen Beobachtungen jeweils einmal im Verlaufe des Rotteprozesses in besonders großer Individuenzahl — vor allem im Stallmist — auf. Trotz mehrerer Probeentnahmen während des Kompostierungsverlaufes war das wirkliche Maximum natürlich nicht immer zu erfassen, und ich möchte behaupten, daß die Zeitgrenzen dabei verhältnismäßig eng umschrieben sind. Lagen diese bei Stapel I und X etwa zwischen der 5. und 10. Woche nach Beginn der Stapelung, so war dieser Zeitpunkt bei Stapel II wesentlich später (etwa 25. Woche). Sonst war die Dichte dieser Art spärlich wie die der meisten Coleopteren und nicht auffallend. Einen Grund für dieses einmalige Massenauftreten konnte ich leider nicht finden, halte aber bestimmt Temperatur und Feuchtigkeit nicht für ausschlaggebende Faktoren, da sie zu diesen Zeitpunkten in den betreffenden Stapeln viel zu verschieden waren.

Aus der Veränderung von einer ausgesprochenen Dünger- und Frühkompostfauna zu einer in immer stärkerem Maße der terrestrischen Lebewelt ähnelnden zieht Franz (1954 b, 1950 b) die für die Praxis klare Erkenntnis, daß Frischmist im Boden „kein geeignetes Nährsubstrat“ darstellen kann, „ja, daß

sogar mindestens ein Teil der Bodenorganismen durch ungenügend verrotten Dünger ausgesprochen geschädigt wird“. So klar diese Behauptung ist, in der Praxis wird dieser Frage — wie man noch überall beobachten kann —, leider viel zu wenig Beachtung geschenkt.

VI. Zusammenfassung

1. In 204 Proben wurden aus 10 Stapeln verschiedener Zusammensetzung (Wirtschaftsdünger, Grünkompost, Torfkompost) 72 976 Individuen gesammelt. Das Versuchsgelände befand sich in der Gartenschau der Schloß- und Gartenverwaltung München-Nymphenburg. Es konnten 159 Arten bestimmt werden, die tatsächliche Zahl dürfte aber über 250 Arten betragen, da besonders bei den zahlreichen Dipteren- und Coleopterenlarven meist nur eine Determination bis zur Untergattung oder Familie möglich war.
2. In der Faunenzusammensetzung der einzelnen Versuchsstapel wurden beträchtliche qualitative und quantitative Unterschiede festgestellt. Gegenüber den Collembolen und Acari traten die Vertreter aller übrigen Ordnungen in dieser Synöcie quantitativ stark in den Hintergrund. *Ceratophysella armata* (Nic.) (Coll.) kam als einzige Art regelmäßig in außerordentlich großer Zahl vor. Torfkompost wurde von Dipterenlarven nur sehr schwach besiedelt, es waren dies vor allem Angehörige der Familie Phaoniinae.
3. In den Stapeln mit geringerer Milbendichte ließen sich größere Collembolenansammlungen beobachten, was darauf schließen läßt, daß eine verminderte Zahl von Feinden eine erhöhte Vermehrungsquote ermöglicht.
4. Meine Untersuchungen ergaben gegenüber den gleichzeitig an der Zoologischen Staatssammlung München laufenden Untersuchungen der Fauna von Wiesenböden im nahe gelegenen Nymphenburger Parkgelände zwar eine weitgehende Übereinstimmung der Ordnungen, jedoch eine völlige Verschiedenheit der Arten, ja meist auch der Gattungen und Familien.
5. Im Vergleich zu den bisherigen Untersuchungen dieses Lebensraumes durch andere Autoren fand ich in quantitativer Hinsicht erhebliche Unterschiede. außerdem wurde eine große Zahl weiterer Arten gefunden. Als Grund dafür möchte ich weniger den geographischen Faktor ansehen, als vielmehr die Unterschiede im Ausgangsmaterial und eine noch zu geringe Erforschung dieser Biosynöcie.

6. Aus der großen Zahl der Arten konnten Früh- und Spätbesiedler, „Leitformen“ und „Charaktertiere“ herausgestellt werden.
7. Temperatur und Feuchtigkeit sind die zwei wichtigsten ökologischen Faktoren. Eine stärkere direkte Beeinflussung durch die Außenwelt reicht selten über eine Stapeltiefe von 15 cm hinaus. Coleopteren und ihre Larven sowie die Dipterenlarven zeigten größere Kälteresistenz als die anderen Formen und entzogen sich erst verhältnismäßig spät durch Vertikalwanderungen den äußeren Schichten.
8. Lumbricidae und Acari wurden in einem weiten Temperaturbereich gefunden, während Collembola nur selten noch über 20° C beobachtet wurden. Unter den Coleoptera sind die Cercyonarten und Trogophloeus pusillus Grav. weit weniger hitzeempfindlich als die anderen Arten.
9. Acari sowie einige Dipterenlarven zeigten die größte Trockenresistenz. Bei den meisten Formen besteht eine weitgehende positive Hygrotaxis.
10. Die Azidität hat nur einen sehr geringen Einfluß auf die Entwicklung der Kleintierwelt im Wirtschaftsdünger und Kompost.
11. Unter den Collembolen sind Hypogastrura manubrialis Tullb., Isotomurus palustris (Müll.), Lepidocyrtus cyaneus Reuter und Folsomia quadrioculata (Tullb.) in erster Linie Bewohner der äußeren Stapelschichten bzw. auch noch der mittleren Schichten des locker lagernden Torfkompostes. Allolobophora chloratica (Sav.), Lumbricus rubellus Hoffm. und wohl auch Dendrobaena rubida subrubicunda (Eisen) bevorzugen unter den Lumbricidae die äußeren Stapelregionen; desgleichen die Enchytraeidae, Diplopoda, Chilopoda und viele Arten der Coleoptera (Carabidae, Philonthusarten, Cercyon quisquilius L., Platystethus arenarius Fourcr., Aphodius fimetarius L. und Oxyomus silvestris Scop.).
12. Die verbreitete Meinung, daß Coleopterenlarven tiefer als die Imagines vordringen, ist nicht ohne weiteres zutreffend. Der von mir beobachtete Anteil an Larven (in Klammern zum Vergleich die Imagines) betrug in der A-Schicht 42 (39)%, B-Schicht 36 (32)%, C-Schicht 22 (29)%. Besonders die Oxytelus- und Xantholinuslarven wurden zahlreich in den oberen Stapelschichten beobachtet.
13. Bereits in den ersten Tagen nach Stapelanlage erfolgt von außen — wärmere Temperaturen vorausgesetzt — die Zuwanderung der Individuen. Acari treten zunächst besonders zahlreich auf, nach etwa 20 Tagen ist aber im Gegensatz zu allen anderen Tiergruppen ein merklicher Rückgang der Individuendichte der Milben festzustellen.

14. *Trogophloeus pusillus* Grav. (Coleop.) trat im Verlaufe des Rotteprozesses bei Wirtschaftsdünger jeweils einmal massenhaft auf. Die Gründe für diese Tatsache blieben ungeklärt, doch schließe ich Jahreszeit, Temperatur und Feuchtigkeit als Ursache aus. Am ehesten halte ich für diese kurzfristige Massenvermehrung den Verrottungsgrad für einen entscheidenden Faktor.
15. Die Rottetemperaturen stiegen im Grünkompost anfangs kurze Zeit auf $62-64^{\circ}\text{C}$, nach 2 Wochen lagen sie jedoch bereits unter $+30^{\circ}\text{C}$. Diese Grenze wurde im Wirtschaftsdünger erst nach 5 Wochen erreicht, hier lagen die Maximalwerte nur bei 44°C . Im Torfkompost wurden Maximaltemperaturen von 42°C gemessen. Unterschiede im Ablauf der Besiedlung der einzelnen Stapel stehen mit diesen Faktoren in engster Beziehung. Mit jeweils abklingender Intensität stieg nach jedem Umsetzen die Temperatur erneut etwa 14 Tage an; es wurden dabei Steigerungen bis zu 18°C beobachtet. Selbst bei größter winterlicher Kälte (-20°C) herrschten in den verschiedenen Stapeln niemals Temperaturen unter -1°C .
16. Auf Grund der Erkenntnisse, daß die höhere Besiedlungsdichte in quantitativer und qualitativer Hinsicht den Rotteprozeß beschleunigt, können an Hand unserer Ergebnisse folgende Anweisungen für die Praxis gegeben werden:
 - a. Unter den verschiedenen Versuchsstapeln wurde der *Wirtschaftsdünger* von der Kleintierwelt am raschesten und am besten besiedelt, damit schritt hier auch die *Humifizierung* am schnellsten voran. Auch *Torfkompost* wird von Kleinlebewesen, wenn auch wesentlich zögernder als Wirtschaftsdünger und Grünkompost, besiedelt. Die durchschnittliche Individuendichte lag hier bei 350 Individuen pro 1000 ccm, beim Wirtschaftsdünger bei 3667 Individuen/1000 ccm, im Grünkompost bei 632 Individuen/1000 ccm.
 - b) In der kälteren Jahreszeit ging die Individuendichte stark zurück. Erde, Laubabdeckung und größere Stapeldimensionen verminderten diese Depression. Das Umsetzen an Frosttagen ist zu vermeiden.
 - c. Niedrige und lockere Stapelformen zeigen auch in tieferen Schichten noch eine bessere Besiedlungsdichte als höher und fester gelagerte. Der Einbau eines Belüftungskanals bewirkte keine qualitativen oder quantitativen faunistischen Unterschiede.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- Agrell, I. 1941 Zur Ökologie der Collembolen. Opusc. Ent. Suppl. III.
- Blunck, H. 1925 Syllabus der Insektenbiologie. Coleopt.: Lief. 1, Berlin.
- Bockemühl, J. 1956 Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. Zoolog. Jahrb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. Tiere. 84.
- Brauns, A. 1954 a Terricole Dipterenlarven. Göttingen.
- Brauns, A. 1954 b Puppen terricoler Dipterenlarven. Göttingen.
- Duda, O. 1938 Sphaeroceridae (Cypelidae) in: Lindner, Die Fliegen der palaearkt. Region, 57. Stuttgart.
- Ehrmann, P. 1933 Molluska in: Brohmer, Ehrmann, Ulmer, Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig.
- Flachs, K. 1943 Über einige an der Humifizierung des Mistes sich beteiligenden Mücken und deren Larven. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, 20.
- Franz, H. 1931 Über die Bedeutung des Mikroklimas für die Faunenzusammensetzung auf kleinstem Raum. Ztschr. f. Morph. Ökol. der Tiere 22, H. 2/3.
- Franz, H. 1943 Bildung von Humus aus pflanzlichem Bestandabfall und Wirtschaftsdünger durch Kleintiere. Bodenk. u. Pflanzenernähr. 32, H. 6.
- Franz, H. 1945 a Die Tätigkeit der Kleintiere im Boden und Wirtschaftsdünger und ihre Bedeutung für das Dauergrünland. Pflanzenb. 19, H. 12 — Pflanzenb. 20, H. 4.
- Franz, H. 1945 b Über die Bedeutung von Kleintieren für die Rotte von Stallmist und Kompost. Pflanzenb. 20, H. 4.
- Franz, H. 1950 a Bodenzöologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin.
- Franz, H. 1950 b Neue Forschungen über den Rotteprozeß von Stallmist. Veröff. Bundesanstalt f. alp. Landw. Admont, H. 2.
- Franz, H. 1954 Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Innsbruck.
- Franz, H. 1951 Die Untersuchung des Kleintierbesatzes der Kompoststapel. Tätigkeitsber. Österr. Bundesanst. Linz.
- Gunhold, P.
Franz, H.
Repp, G. 1949 Untersuchungen über die Stallmistrotte im Stapel und im Boden. Die Bodenkultur, 3, H. 4.
- Frenzel, G. 1936 Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. Jena.
- Geiger, R. 1950 Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig.
- Geyer, D. 1927 Unsere Land- und Süßwassermollusken. Stuttgart.
- Gisin, G. 1952 Ökologische Studien über die Collembolen des Blattkompostes. Rev. Suisse. d. Zool. 59.
- Gisin, H. 1943 Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Excursionsgebiet Basels. Rev. Suisse d. Zool. 50.

- Gisin, H. 1944 Hilfstabellen zum Bestimmen der holarktischen Collembolen. Verh. Naturf. Ges. Basel, LV.
- Gisin, H. 1947 Es wimmelt im Boden von Unbekannten. Prisma, 2, H. 5/6.
- Gisin, H. 1956 L'Évolution du peuplement des Collemboles (Insectes Aptérygotes) dans deux tas de feuilles compostes dans des conditions différentes. Extrait des rapports présentés au VI^e Congrès International de la Science du Sol Paris.
- Graff, O. 1952 Die Kleintiere, unsere Gehilfen von der Düngerbereitung. Landbauforschung Völkenrode, H. 3.
- Graff, O. 1953 Die Regenwürmer Deutschlands in: Schriftenr. Forschungsanstalt f. Landw. Braunschweig-Völkenrode, H. 7.
- Hagen, B. 1952 Die bestimmenden Umweltbedingungen für die Weichtierwelt eines süddeutschen Flußufer-Kiefernwaldes. Veröff. Zool. Staatssammlung München.
- Handschin, E. 1926 Collembola, Springschwänze in: Schulze, Biologie d. Tiere Deutschlands, 3.
- Handschin, E. 1929 Urinsekten oder Apterygota in: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands, 16. Jena.
- Hendel, F. 1937 Diptera in: Handb. d. Zool., 4, 2. Hälfte. Berlin-Leipzig.
- Hennig, W. 1948/52 Die Larvenformen der Dipteren. Teil 1—3. Berlin.
- Herter, K. 1925 Tastsinn, Strömungssinn und Temperatursinn der Tiere und die diesen Sinnen zugeordneten Reaktionen. Zool. Bausteine I, H. 1.
- Horion, A. 1951 Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas. Verlag A. Kernen, Stuttgart.
- Kästner, A. 1957 Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Teil I: Wirbellose. Stuttgart.
- Könemann, E. 1947 Neuzeitliche Kompostbereitung. Berlin.
- Kraemer, O. 1951 Über die Eigenschaften bayerischer Torferzeugnisse. Mttl. f. Moor-Torfwirtsch. 1, 3.
- Kühnelt, W. 1950 Bodenbiologie, unter Berücksichtigung der Tierwelt. Wien.
- v.Lengerken, H. 1924 Coleoptera in: Schulze, Biologie d. Tiere Deutschlands. 10, Teil 40. Berlin.
- Leitner, E. 1946 Zur Kenntnis der Milbenfauna auf Düngerstätten. Ztrbl. ges. Gebiet d. Entomol., 1.
- Lindner, E. ab 1924 Die Fliegen der palaearktischen Region. Stuttgart.
- Meyer, L. 1943 Experimenteller Beitrag zur makrobiologischen Wirkung auf Humus- und Bodenbildungen. Bodenk. u. Pflanzenernähr. 29 (74).
- Michaelsen, W.
1928—1934 Oligochaeta in: Handb. d. Zool., 2, 2. Hälfte. Berlin-Leipzig
- Paclt, J. 1956 Biologie der primär flügellosen Insekten. Jena.
- Pagel, H. 1953 Ökologisch-faunistische Untersuchungen über Collembolen in der weiteren Umgebung von Braunschweig. Dissertation 1953.
- Penningsfeld, F.
Fast, G. 1952 Verwendbarkeit bayerischer Torfe im Gartenbau. Mttl. f. Moor-Torfwirtsch. 2, 3/5.
- Schneble, K.

- Peus, F. 1928 Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt norddeutscher Hochmoore. Ztsch. Morph. Ökol. Tiere, 12.
- Precht, H. Temperatur und Leben. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
Christophersen, L. 1955
Hensel, H.
- Rapp, O. 1935 Die Käfer Thüringens, unter besonderer Berücksichtigung der faunistisch-ökologischen Geographie. 3. Erfurt.
- Reitter, E. 1916 Fauna Germanica. Käfer. 5.
- Schaller, F. 1950 Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren, insbesondere Collembolen. Zoolog. Jahrb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. Tiere. 78.
- Schaerffenberg, B. 1939 Untersuchungen über die Coleopteren- und Dipterenfauna des Weidebodens. Ztschr. Angew. Entomol. XXVI, H. 3.
- Schimitschek, E. 1937 Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. Ztschr. Angew. Entomol. XXIV, H. 2.
- Schubart, O. 1934 Tausendfüßler und Myriapoda. I. Teil: Diplopoda in: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands, 28. Jena.
- Stach, J. 1949/57 The apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. 7. Kraków.
- Stitz, H. 1939 Hautflügler oder Hymenoptera. I. Ameisen oder Formicidae in: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands, 37.
- Strebel, O. 1932 Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer Collembolen. Ztschr. Morph. Ökol. Tiere, 25.
- Strenzke, K. 1950 Systematik, Morphologie und Ökologie der terrestrischen Chironomiden. Arch. f. Hydrobiol., Suppl. 18.
- Thienemann, A. 1956 Leben und Umwelt. Rowohlt, Hamburg.
- Thomsen, E. u. M. 1937 Über das Temperaturpräferendum der Larven einiger Fliegenarten. Ztschr. Vgl. Physiologie 24, H. 3.
- Tischler, W. 1956 Ökologie der Landtiere. Handbuch d. Biologie.
- v. Törne, E. 1957 Collembolen aus Mitteldeutschland. Mttl. Dtsch. Entomol. Ges. 16, 2.
- Tretzel, E. 1952 Zur Ökologie der Spinnen. Autökologie der Arten im Raum Erlangen. Erlangen.
- Türk, E. u. F. 1957 Systematik und Ökologie der Tyroglyphiden Mitteleuropas in: Stammer, Beiträge z. System. u. Ökol. mitteleurop. Acarina, 1. 1.
- Ude, H. 1929 Oligochaeta in: Dahl, Die Tierwelt Deutschlands 15.
- Verhoeff, K. W. 1925 Chilopoda in: Bronns, Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 5. Abt. II, H. 12.
- Verhoeff, K. W. 1934 Diplopoda-Symphyla-Pauropoda-Chilopoda in: Brohmer, Ehrmann, Ulmer, Die Tierwelt Mitteleuropas II, Lief. 3.
- Vitzthum, H. 1940/43 Acarina in: Bronns, Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 5. Abt. IV.
- Wächtler, W. 1937 Isopoda (Asseln) in: Brohmer, Ehrmann, Ulmer, Die Tierwelt Mitteleuropas II, Lief. 2 b.
- Wörndle, A. 1950 Die Käfer Nordtirols. Schlern Schriften, 64. Innsbruck.

Lebenslauf

Ich, Johannes Sachße, bin geboren am 31. August 1923 in Cossebaude, Kreis Dresden, als Sohn des Hauptmanns der Schutzpolizei Johannes Sachße und seiner Ehefrau Louise Sachße, geb. Zimmermann. Ich besuchte von 1930 — 1934 die Mochmannsche Privatschule in Dresden, von 1934 — 1942 die humanistischen Gymnasien in Chemnitz und Mannheim.

Nach Ablegung der Reifeprüfung wurde ich zum Kriegsdienst bei der Wehrmacht einberufen und nach schwerer Verwundung 1947 aus der Gefangenschaft entlassen. Aus finanziellen Gründen arbeitete ich in den folgenden Jahren im Krankenpflegedienst. Mein naturwissenschaftliches Studium begann ich 1949 an der Universität München und hörte dabei in der Hauptsache Vorlesungen bei folgenden Professoren und Dozenten:

der Zoologie v. Frisch, Beutler, Jakobs, Kahmann, Hellmich, der Botanik Renner, Brauner, Mägdefrau, Süßenguth, der Chemie Wiberg, E. Schmidt, Schmeißer, Wille, der Geographie Louis, Fehn.

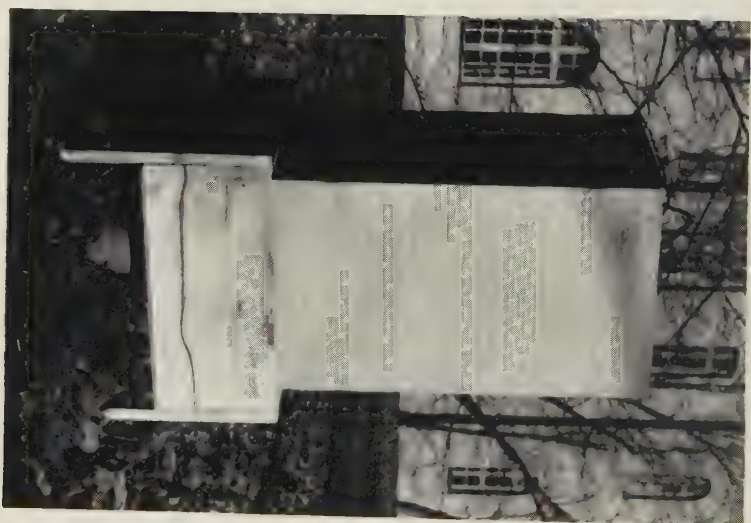
Im Sommer 1954 erhielt ich von Herrn Doz. Dr. Hellmich das Thema zur vorliegenden Dissertationsarbeit, die 1957 durch einen 7monatigen Arbeitsvertrag bei den Stadtwerken Heidelberg — wo ich mich mit Fragen der Stadtmüllkompostierung zu beschäftigen hatte — unterbrochen wurde.

TAFEL I



Das Versuchsgelände

TAFEL II



Berleseapparat

